

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](http://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Soulier, Alfred (1872-....)
Titre	Le cinéma parlant : procédés d'enregistrement électrique des sons, prises de vues et de sons, appareils de projection et de reproduction sonore
Adresse	Paris : librairie Garnier frères, 1932
Collation	1 vol. (328 p.) : fig. ; in-12
Nombre d'images	328
Cote	CNAM-BIB 12 Ke 401
Sujet(s)	Bandes sonores (cinéma) Cinéma Projecteurs (appareils de projection) Son -- Enregistrement et reproduction
Thématique(s)	Technologies de l'information et de la communication
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2021
Date de génération du PDF	20/01/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?12KE401

LE CINÉMA PARLANT

A LA MÊME LIBRAIRIE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

- Accumulateurs électriques** (Les), 20^e mille. — *Comment sont faits les accumulateurs. — Comment on recharge les accumulateurs. — Comment on entretient les accumulateurs.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Comment entendre chez soi la T. S. F.**, 38^e mille. — *Organisation d'un poste récepteur. — Antenne, prise de terre, appareil de réception, amplification des sons reçus, etc.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Électricien (Manuel de l')**, 91^e mille. — *Traité pratique des machines dynamo-électriques. — Construction des machines, installation, entretien, dérangements.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Électricité (Traité pratique d')**, 124^e mille. — *Sonneries électriques. — Téléphones. — Éclairage électrique. — Rayons X. — Télégraphic sans fil. — Dictionnaire des mots techniques.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Électricité (Les grandes applications de l')**, 45^e mille. — *Éclairage électrique. — Transmission de la force à distance. — Tramways et chemins de fer électriques. — Électrochimie. — Extraction des métaux. — Fabrication des couleurs.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Galvanoplastie (Traité de)**, 27^e mille. — *Sources de courant. — Préparation des pièces. — Cuivrage, nickelage, argenture, dorure. — Reproduction des objets. — Moulages. — Recettes pratiques. — Chromage.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Installations électriques et mesures électriques**, 111^e mille. — *Outilage. — Appareillage. — Installations sous moulures, sous tubes, sur taquets, etc. — Mesures électriques industrielles. — Installations de transformateurs électriques.* 1 vol. in-16 illustré broché.
- Leçons pratiques d'électricité industrielle.**
- 1^{re} PARTIE : **LE COURANT CONTINU**, 30^e mille. — *Le courant électrique. — Les piles hydro-électriques. — Les aimants. — Circuit magnétique, etc.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- 2^{re} PARTIE : **LES COURANTS ALTERNATIFS**, 37^e mille. — *Notions fondamentales. — Calculs des appareils à courants alternatifs. — Les courants alternatifs polyphasés, etc.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Lignes électriques et postes à haute tension et règlements s'y rapportant (arrêté ministériel du 30 avril 1927 et commentaires pour son application)**, 6^e mille. — *Lignes aériennes à haute tension. — Les isolateurs. — Les mises à terre dans les installations à haute tension. — Lignes souterraines à haute tension. — Organisations des postes à haute tension. — Matériel d'interruption. — Prescriptions de la Compagnie Parisienne de distribution d'électricité pour les postes à haute tension. — Règlements administratifs concernant les installations électriques, etc.* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Moteurs électriques**, 81^e mille. *Moteurs à courant continu. — Moteur à courant alternatif. — Mise en marche. — Traction électrique. — Montage. — Bobinage. — Réparations. — Entretien. — Adaptation des moteurs électriques aux machines-outils,* 1 vol. in-16 illustré, broché.
- Recueil de plans de pose et schémas d'électricité industrielle**, 13^e mille. — *Sonneries. — Téléphones. — Lumière. — Minuterie. — Dynamos et moteurs à courant continu. — Alternateurs. — Transformateurs. — Moteurs diphasés et triphasés. — Postes de transformation. — Équipements électriques de voitures automobiles.* 1 vol. in-8^e oblong, cartonné.
- Téléphonie privée**, 26^e mille. — *Sonneries. — Tableaux annonciateurs et récepteurs. — Schémas de montage. — Dérangements.* 1 vol. in-16 illustré, broché.

12^e Rue Kot

LE

CINÉMA PARLANT

PAR

ALFRED SOULIER

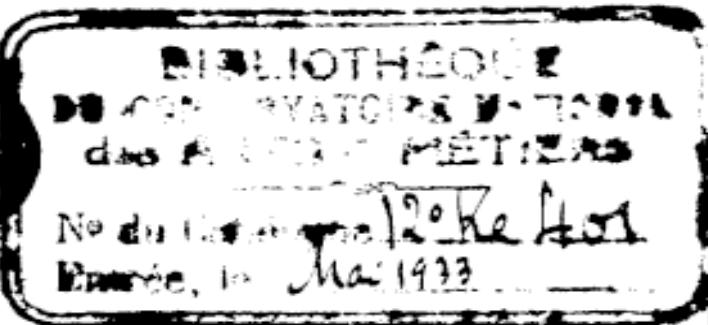
Ingénieur-Expert près le Tribunal Civil.

Rédacteur en Chef de l'Industrie Électrique.

Inspecteur de l'Enseignement technique.

Membre de la Commission Supérieure des Théâtres de Paris.

Procédés d'enregistrement électrique
des sons. — Prises de vues et de
sons. — Appareils de projection et
de reproduction sonore.



PARIS

LIBRAIRIE GARNIER FRÈRES

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

PRÉAMBULE

EXPOSÉ SOMMAIRE DE LA TECHNIQUE DU CINÉMA PARLANT

Généralités. — Lorsque, en 1895, les frères LUMIÈRE présentèrent leur premier appareil de projections animées qu'ils appellèrent le *cinématographe*, ils ne se doutaient certainement pas de la place considérable que cet appareil allait prendre par la suite dans le monde entier.

Aujourd'hui dans les provinces les plus reculées, et dans tous les pays du monde, le cinématographe vient faire revivre les faits du passé ou même les actualités qui resteraient sans cela oubliées ou ignorées.

Tout récemment (1) on a « donné la parole » au cinématographe et, comme disait quelqu'un, il sera difficile maintenant de la lui retirer. Sans vouloir prendre part dans la discussion entre le film muet et le film sonore, nous chercherons ici à montrer les progrès accomplis récemment.

Principe du cinématographe. — Tout d'abord nous rappellerons pour ceux qui l'auraient perdu

(1) Il nous est agréable de rappeler à ce sujet que c'est M. LÉON GAUMONT qui a présenté le 12 septembre 1902 à la *Société française de Photographie*, le premier portrait animé et parlant parfaitement synchrone. C'est cette date que l'on peut retenir comme celle de la naissance du cinéma parlant.

de vue le principe même du cinématographe.

On sait que cet appareil est basé sur la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Notre rétine est ainsi faite qu'une image y laisse sa trace pendant environ *un dixième* de seconde (1). On comprend très bien dès lors que si pendant cette fraction de seconde où l'œil perçoit une image disparue, on lui en présente une autre possédant de petites modifications, cette nouvelle image se superposera à l'ancienne et en prendra la place. Si l'on opère cette substitution d'une façon régulière et si les images ne diffèrent entre elles que de peu de chose, si elles représentent par exemple les différentes positions d'un sujet on aura l'illusion de voir l'objet s'animer grâce à l'accommodation spéciale de notre œil.

Il faut donc dans l'appareil de projection un mécanisme assez habile pour présenter une image au faisceau lumineux qui l'éclairera un temps très court (environ un vingtième de seconde), puis qui l'escamotera également rapidement pour en mettre une autre à la place et ainsi de suite.

On ne peut évidemment faire dérouler des images d'une façon continue et uniforme, un mécanisme devra les prendre une à une, les présenter devant l'appareil de projection en les y laissant *immobiles* très peu de temps c'est vrai, puis les faire disparaître.

Au début on avait résolu la chose très simplement : Les images photographiques enregistrées sur une pellicule souple en celluloïd bordée de trous de chaque côté se déroulait d'une bobine devant l'appareil de projection. Une griffe manœuvrée par une came venait prendre l'image en s'agrippant dans les trous

(1) Des expériences récentes ont montré que cette persistance des impressions est un peu moindre qu'un dixième de seconde, mais cela ne change rien au résultat.

et l'amenait immobile devant le faisceau lumineux qui la projetait sur l'écran, puis le faisceau était masqué et la griffe en remontant le long de la bande perforée allait chercher une autre image et ainsi de suite.

Ce procédé résolvait le problème, mais il avait l'inconvénient d'abîmer les pellicules, la griffe finissant tôt ou tard par déchirer le film ou simplement en agrandissant les trous.

Croix de Malte. — Les appareils actuels procèdent moins brutalement grâce à l'emploi de la *Croix de Malte* (fig. 1).

Le film qui porte toujours sur les côtés une série de trous régulièrement espacés se déroule d'une bobine A renfermée dans un carter métallique, il passe sur un premier rouleau C tournant à vitesse constante. Ce rouleau porte des dents qui engrènent dans les trous latéraux du film et l'entraînent à la façon d'une chaîne de bicyclette. Décrivant une courbe, le film arrive devant le faisceau lumineux où il marque un temps d'arrêt pendant lequel la partie qui se déroule régulièrement de la bobine A sous l'action du rouleau C forme une boucle dont nous allons voir le rôle.

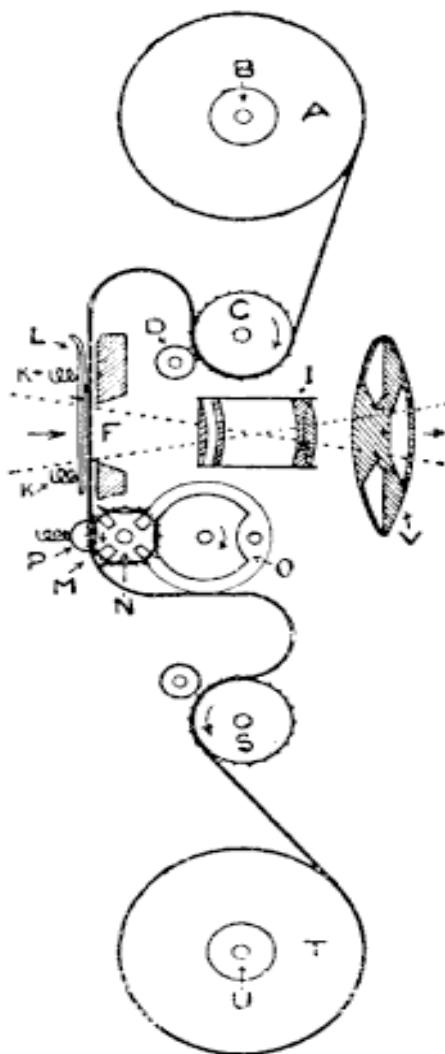


Fig. 1. — Schéma du cinématographe.

A sa sortie du faisceau lumineux, le film passe sur un cylindre denté qui n'avance que par *saccades* grâce à la *croix de Malte* N qui l'entraîne.

A cet effet, une roue O tournant à vitesse constante, porte un doigt O ou maneton qui vient à chaque tour s'engager dans une des branches de la croix de Malte N seule chargée d'entraîner le film.

Il résulte de cette disposition que l'axe de la croix de Malte et le film qu'elle entraîne avance d'un quart de tour, s'arrête un quart de tour et ainsi de suite, c'est-à-dire qu'on réalise exactement les conditions requises pour la projection (projection de l'image pendant l'arrêt de la pellicule, substitution des images, projection, etc.).

Afin de maintenir le film parfaitement immobilisé pendant qu'on le projette sur l'écran, la croix de Malte est *bloquée* pendant la course du maneton O par la forme même des pièces en regard.

C'est pour cela que l'on a prévu après le passage sur le tambour C de déroulement une boucle ou réserve de film qui permettra à ce dernier de glisser devant le faisceau lumineux sans être retenu lorsque la croix de Malte l'entraînera. En dessous également, le film présente du « mou », c'est-à-dire forme une boucle avant de s'enrouler d'une façon régulière sur le tambour T.

Comme il serait désagréable à l'œil de voir « l'escamotage », un obturateur à pales s'interpose devant le faisceau lumineux dès que le changement d'images provoqué par la croix de Malte se produit.

En réglant convenablement la largeur des pales de cet obturateur, on est arrivé à supprimer le scintillement si désagréable des premiers appareils. Comme on le voit, la marche du film dans la lanterne est saccadée tandis que comme nous le verrons plus loin, il faut qu'il ait ensuite une vitesse *rigoureuse*.

ment constante si l'on veut obtenir une bonne reproduction sonore. Nous verrons comment on arrive à concilier ces deux choses tout à fait contradictoires.

PREMIÈRE OPÉRATION. Enregistrement électrique des sons. — Avant de passer à l'étude de

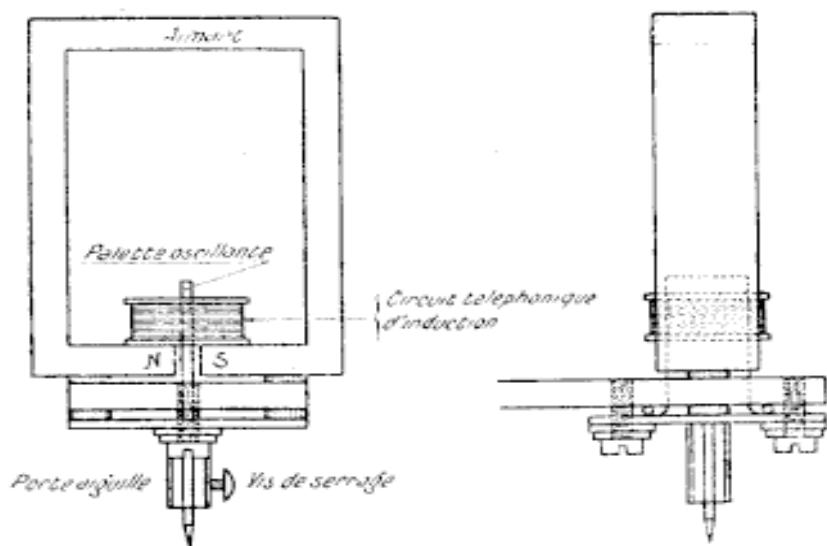


Fig. 2. — Schéma d'un enregistreur à disque ou « pick-up ».

la réalisation des projections de films sonores, il est intéressant de voir quels sont les dispositifs actuellement employés pour l'enregistrement des sons, certains mettent en jeu des appareils considérés jusqu'ici comme fort délicats, comme les oscillographes et qui servent cependant d'une façon industrielle, puisque c'est souvent sur la « voie publique » qu'ils procèdent. D'autres réalisent d'élégantes applications de la physique moderne.

Rappelons cependant en passant l'enregistrement sur disques qui tend du reste à disparaître. Il consiste à faire graver sur un disque de cire par la pointe

d'un pick-up (c'est-à-dire en somme par un récepteur téléphonique pourvu d'une aiguille) (fig. 2) le morceau de musique ou les paroles que vont chercher près du sujet des microphones convenablement placés. Bien entendu un système d'amplificateurs est intercalé pour permettre d'obtenir un sillon suffisant.

Le disque est entraîné par un moteur synchrone actionné par le même courant que celui du moteur de l'appareil de prise de vue. Une fois le disque enregistré on en reproduit par galvanoplastie autant d'exemplaires que l'on veut.

Il suffira de les faire ensuite passer avec le film correspondant sur un appareil de projection dont le moteur entraîne le disque et si le point de départ a été bon le synchronisme restera parfait.

On tend cependant à abandonner le procédé à disque parce qu'il est plus compliqué que celui à *piste sonore* sur le film. Quelquefois l'aiguille du pick-up déraille sur le disque et alors adieu le synchronisme, mais chose plus grave, les disques s'usent vite et doivent être fréquemment remplacés.

Enregistrement par piste sonore sur le film.

— Le procédé qui prévaut actuellement consiste à réserver sur un des côtés du film une petite bande ayant tout au plus *deux millimètres* de largeur sur laquelle les sons sont enregistrés par voie optique. Deux procédés sont en présence, celui à *densité constante* (fig. 3) à droite et celui à *densité variable* (fig. 3), à gauche. Nous allons voir pourquoi le premier paraît être plus intéressant.

1^o *Enregistrement à densité constante par équipage oscillographique.* — Si l'on envoie le courant variable convenablement amplifié d'un microphone dans un équipage oscillographique bifilaire (fig. 4) analogue à celui d'un oscillographe de BLONDEL on obtiendra

comme pour l'enregistrement des courbes des courants variables, des déviations du spot lumineux qui

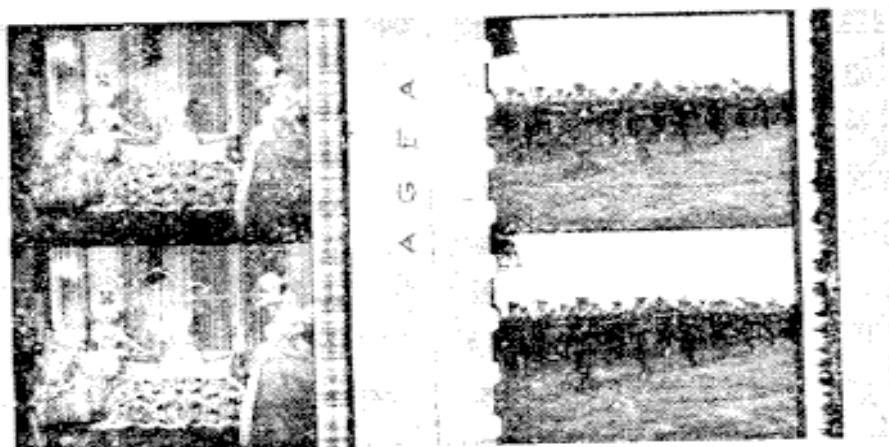


Fig. 3. — Inscription sonore sur films :
Densité variable. — Densité constante.

viendront noircir sur une plus ou moins grande étendue la bande sensible du film défilant dans le voisi-

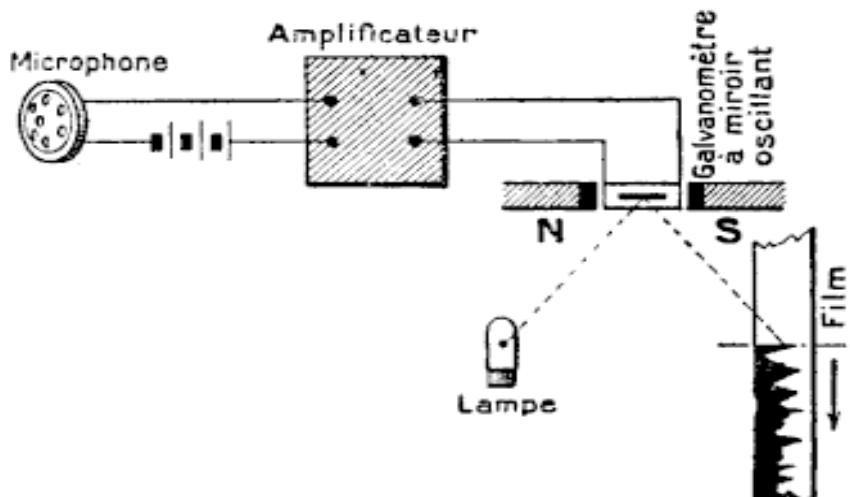


Fig. 4. — Schéma de principe de l'enregistrement sonore sur film par oscillographie et piste à densité constante.

nage. La bande une fois développée se présentera sous la forme de la figure 3, à droite, c'est-à-dire

qu'il y aura des hachures uniformément noires sur fond blanc. Il est bon de rappeler que dans l'oscillogramme on trace une courbe qui serait représentée ici par la crête des ondulations sonores tandis que dans l'enregistrement des sons on obtient une bande noire délimitée d'un côté par l'oscillogramme, c'est-à-dire qu'en l'absence d'enregistrement on a sur la piste sonore deux régions égales, l'une noire, l'autre transparente. Un tel enregistrement où il n'y a pas de demi-teintes est presque indépendant du développement alors que les procédés suivants sont très sensibles à la conduite même du développement. Par contre, tous ceux qui ont manié des oscillographes comprendront la grande difficulté qui se présente pour l'opérateur lorsqu'il doit utiliser cet appareil sur un camion-laboratoire accompagnant forcément tout système de prise de vue et de sons. On est obligé de rechercher un équipage mobile extrêmement léger et de le faire travailler dans un milieu très visqueux afin d'obtenir un amortissement aussi grand que possible. Pratiquement on enregistre toutes les fréquences jusqu'à 10 000.

2^o *Enregistrement à densité variable.* — Un des premiers procédés employés a été celui de la *lampe à lueur*. La figure 5 qui représente le schéma de principe d'une installation de ce genre en montre aussi les difficultés de réalisation. Après avoir fait passer la bande sensible devant l'objectif de prise de vues où elle reçoit de la croix de Malte ou d'un système équivalent le mouvement saccadé qui lui est nécessaire, cette bande est reprise par un système à vitesse *absolument constante* avant de subir l'enregistrement du son. En général on n'opère pas ainsi, l'enregistrement des images se fait près du sujet à côté duquel est également placé un microphone, mais la bande sonore de cet enregistrement reste vierge. Plus loin

dans une cabine spéciale ou un camion un moteur marchant en synchronisme avec le moteur de la camera de prise de vues entraîne une nouvelle bande sur la partie sonore de laquelle le spot lumineux fait son tracé. Ce n'est qu'en tirant le positif que l'on utilise les deux négatifs, chacun impressionnant la partie qui lui revient.

On a donc deux films négatifs, un sonore et

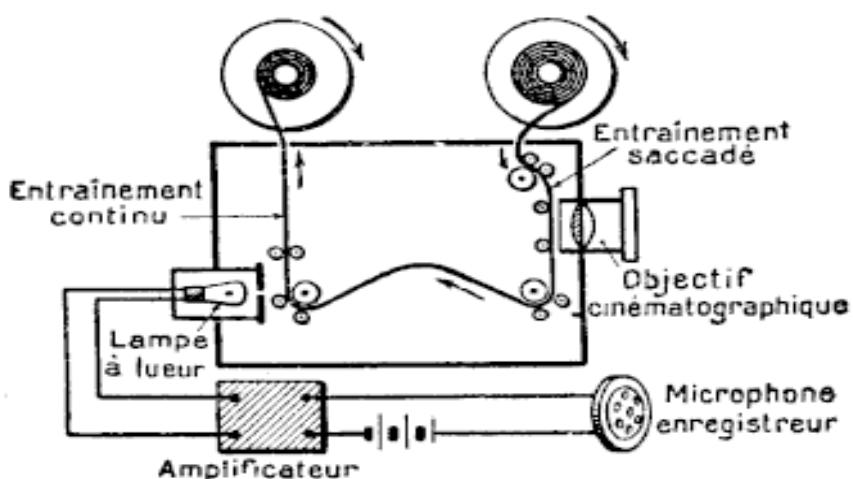


Fig. 5. — Appareil combiné de prise de vue et de son par lampe à lueur.

un photographique, pour un seul film positif.

Dans le procédé figuré ci-dessus une lampe au néon ou même un simple tube de Geisler alimenté par un courant fixe auquel se superpose le courant modulé, convenablement amplifié, provenant d'un microphone produit un éclairement variable qui est la fidèle image des sons transmis par le microphone. Il en résulte que la piste sonore s'impressionne d'une façon variable et au développement laisse voir une zone analogue à celle de la figure 3, à gauche.

Le même résultat peut être obtenu avec le galvanomètre à cordes de la figure 6 dont le fonctionnement se devine : Le microphone projette son cou-

rant modulé convenablement amplifié dans deux fils tendus devant les pièces polaires d'un gros aimant. Une lampe autant que possible ponctuelle envoie un faisceau lumineux de très faible épaisseur sur les cordes, lesquelles en s'écartant plus ou moins sous l'influence des courants variables qui les traversent font l'effet d'un diaphragme en laissant passer plus ou moins du pinceau lumineux émanant de

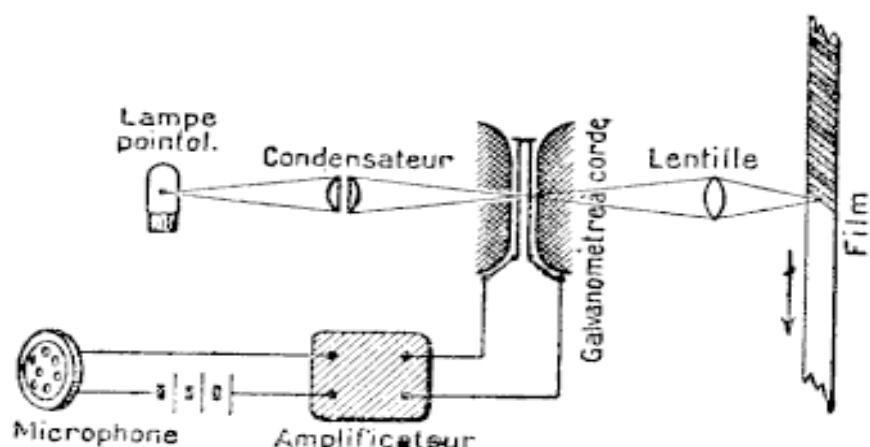


Fig. 6. — Schéma de l'enregistrement sonore sur film par valve de lumière et piste à densité variable.

la lampe. C'est ce faisceau lumineux plus ou moins intense qui impressionne la piste sonore.

Enfin un autre procédé extrêmement élégant est celui qui met en œuvre une cellule de Kerr (fig. 7) dont nous rappellerons le principe :

Une source lumineuse S envoie un faisceau lumineux à travers un nicol P (1) dans une cuve conte-

(1) *Lumière polarisée.* Sans entrer dans sa théorie rappelons que tout se passe comme si les vibrations lumineuses par la source S qui occupent toutes les directions de l'espace étaient en quelque sorte canalisées à la sortie du nicol P formé de prisme en spath d'Islande. À partir de ce prisme et à travers la cuve contenant le sulfure de carbone la lumière ne vibrerait plus que suivant un plan. Ce serait comme si le faisceau lumineux était passé à travers une

nant une solution de sulfure de carbone renfermé dans une cuve B. Le faisceau polarisé par le nicol P est repris par un nicol analyseur A que l'on tourne jusqu'à obtenir l'extinction. Si l'on soumet le sulfure de carbone à l'action d'un champ électrique à l'aide de deux plateaux métalliques M et N parallèles au faisceau lumineux, on constate que la lumière réapparaît à la sortie du nicol A, et Kerr a pu établir que l'intensité de lumière reçue était sensiblement

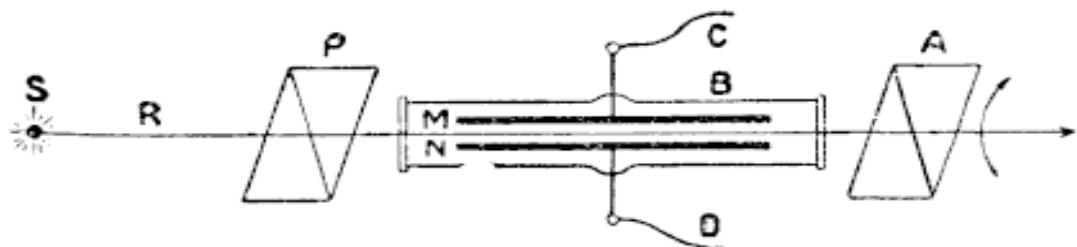


Fig. 7. — Principe de la reproduction sonore par cellule de Kerr.

proportionnelle au *carré de la tension* appliquée entre les deux plateaux.

L'effet peut être considéré comme instantané puisque le retard entre la cause (production ou suppression du champ) et l'effet (apparition et disparition de la lumière) est inférieur à 4 *billionièmes de seconde*.

Il est évident qu'un tel dispositif qui supprime tout mécanisme est extrêmement élégant, aussi est-il employé dans pas mal d'installations.

On peut tout d'abord être séduit par ce procédé

trame. Pour obtenir la lumière à la sortie du deuxième nicol A il faut le faire tourner jusqu'à ce que le faisceau lumineux puisse passer c'est-à-dire jusqu'à ce que les trames coïncident. Quand elles sont perpendiculaires rien ne passe plus et on dit que le nicol A est à l'extinction. C'est à ce moment que l'on peut voir réapparaître la lumière si l'on établit une charge électrique entre les plateaux M et N et tout se passe comme si cette charge avait fait *tourner* le plan de polarisation de la lumière.

qui élimine toute inertie de la matière, toute tendance à la période d'oscillation propre comme dans l'oscillogramme, enfin, et surtout, qui permet d'utiliser un appareil d'enregistrement simple et peu coûteux.

Malheureusement on se heurte ici à la difficulté principale qui provient de la « réponse » de l'émulsion photographique.

Remarque. — Malgré l'ingéniosité de tous ces procédés, on voit que seul le premier est affranchi des difficultés inhérentes à tout développement, l'enregistrement en noir opposé au blanc sera toujours net, tandis que celui qui procède par demi-teintes pourra avoir la valeur de ses teintes influencée par le développement. En tout cas les deux procédés sont journalièrement employés, seule une longue pratique pourra les départager.

DEUXIÈME OPÉRATION. Lecture optique des pistes sonores. — Une fois le film enregistré, développé et tiré en positif pour la projection, il s'agit de transformer en sons le tracé de la piste sonore, c'est le rôle du *lecteur de sons*. Il a été fait jusqu'à ce jour un nombre considérable d'appareils et chaque système a son lecteur de sons, les décrire tous nécessiterait un ouvrage considérable, aussi nous bornerons-nous à en donner ici le principe et à en décrire quelques-uns pages 168 et suivantes.

Une source de lumière constante L (fig. 8) envoie un faisceau de lumière rendu extrêmement mince par son passage à travers un système optique O (qui comporte une fente de *deux centièmes* de millimètre d'épaisseur) sur la piste sonore Sp du film F qui se déroule à vitesse constante.

Derrière le film, une cellule photo-électrique Z, ou *œil électrique*, transforme en courants électriques constamment variables la lumière plus ou moins atténuee qui a filtré à travers la piste sonore. Un

amplificateur V transmet à un haut-parleur T les courants modulés convenablement amplifiés. Ce procédé, simple à première vue, a demandé de grands efforts pour sa parfaite réalisation, comme on le verra en détail.

Tout d'abord on est frappé par le peu de place disponible sur la piste sonore pour l'enregistrement des sons. Une zone de 2 millimètres sur 25 millimètres réservée à l'image proprement dite, c'est extrêmement peu, et la concentration de la partie modulée

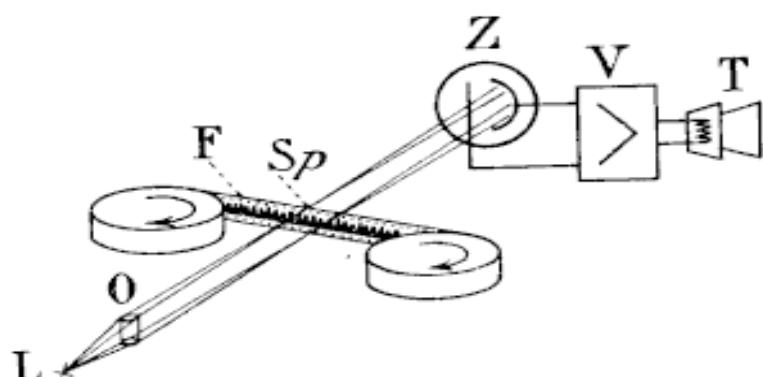


Fig. 8. — Schéma de la lecture sonore d'un film.

du son dans un si petit espace ne peut en rendre la lecture que plus difficile.

Ensuite il faut absolument, avons-nous dit, que la vitesse de la bande devant le lecteur de son soit rigoureusement constante, pendant le défilement saccadé du film devant l'objectif, à raison de 24 images à la seconde. Il ne faut pas qu'il y ait de jeu dans les trous d'entraînement pas plus que des battements de la pellicule devant le lecteur de son. La pellicule doit avancer tendue et sans le moindre jeu latéral ou longitudinal.

La plus petite poussière venant se loger dans la fente d'un centième de millimètre provoque une diminution brusque du son et son évasion un bruit sec.

L'alimentation de la lampe de cellule également doit être assurée à tension constante, car toute variation de son intensité lumineuse se traduirait par un bruit dans les haut-parleurs.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que tout ce matériel doit être manié par des opérateurs souvent peu familiarisés avec les appareils à lampes amplificatrices, il faut donc ne leur donner que des dispositifs simples et indérégables autant que possible; ils ont du reste déjà assez à faire avec leur projection lumineuse et le réglage du son pour ne pas augmenter encore leurs soucis avec des appareils relevant du laboratoire.

Ceci nous amène à dire que la réalisation, dans une grande salle de vues animées parlantes ou même simplement sonores, est actuellement un vrai *tour de force*.

Ceux qui se sont occupés d'appareils délicats dans les laboratoires, tels que les oscilloscopes, et tous ceux qui ont eu à réaliser industriellement des appareils de T. S. F. ne nous contrediront pas quand nous dirons que l'on peut se demander comment, après toutes ces transformations, le son reproduit reste encore intelligible.

C'est d'abord le microphone d'enregistrement qui n'est pas parfait et qui introduit déjà une déformation, puis ce sont les amplificateurs, eux aussi sujets à des ennuis, et en admettant que l'appareil à lueur ou l'oscilloscope qui leur font suite enregistrent fidèlement les sons sur la bande, il reste le développement du film, son tirage, le positif n'étant jamais absolument conforme au négatif.

Ce n'est pas tout; le lecteur de son peut introduire de grosses modifications selon que la fente est trop large ou trop étroite (fig. 9), et enfin les amplificateurs qui ne comptent pas moins de cinq étages entre la cellule et le haut-parleur ne sont hélas pas exempts de dis-

torsion. Il n'est pas jusqu'au haut-parleur, tout à fait au bout de l'échelle, qui ne réclame lui aussi une étude spéciale.

Voilà pourquoi nous estimons que les résultats actuels sont ni plus ni moins remarquables (1).

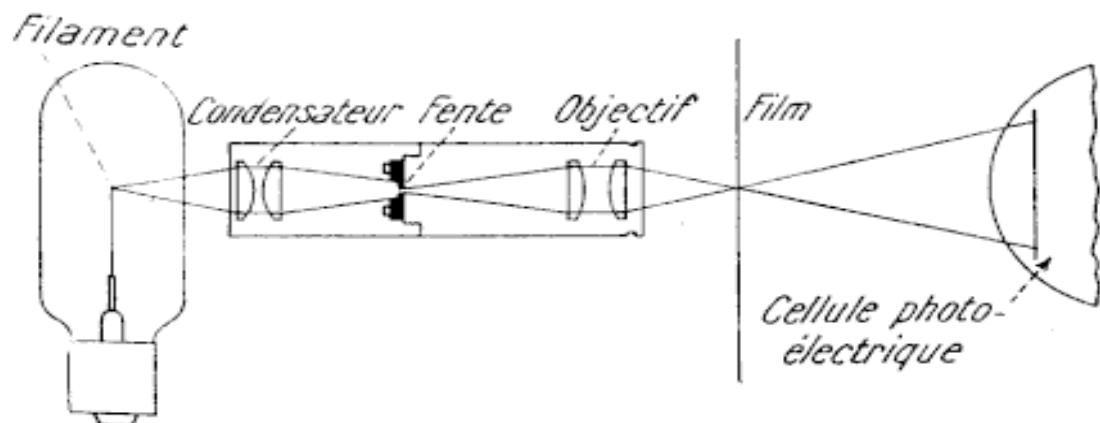


Fig. 9. — Marche des rayons lumineux dans un système de reproduction sonore opérant par projection de l'image d'une fente sur la piste sonore du film.

Comme tout, le cinéma parlant évoluera, mais il est arrivé déjà à un stade assez avancé où un regard sur l'effort accompli n'était pas inutile, tel a été le but de cet ouvrage, qui n'a pas d'autre prétention que de montrer les difficultés accumulées et les meilleures solutions qui leur ont été apportées ces temps derniers.

(1) Ce préambule est le résumé de conférences faites par l'auteur devant l'Union des Syndicats d'ingénieurs à Paris et à Lyon devant l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale lyonnaise.

LE CINÉMA PARLANT

PREMIÈRE PARTIE ENREGISTREMENT SONORE

CHAPITRE PREMIER

Qu'est-ce que le son ?

Avant d'aborder les questions délicates qui se poseront lors de l'étude de l'enregistrement sonore ou de sa reproduction, il n'est pas sans intérêt de se remettre en mémoire dès le début le mécanisme même du son, étude qui constituera la base fondamentale de cet ouvrage.

Nous allons plus loin en disant que *l'acoustique* devrait être le premier chapitre de tout livre de physique moderne puisque l'acoustique est l'étude des vibrations sonores et que l'on peut ramener à cette étude non seulement celle de la lumière mais encore celle de l'électricité. Oui, dans l'univers, tout n'est que vibrations et que ce soit aux ondes circulaires que l'on voit se former autour d'un morceau de bois ou d'une pierre que l'on jette dans l'eau, que l'on prête quelques instants d'attention, ou que l'on

écoute la lame d'acier pincée dans un étau que l'on fait vibrer en la tirant à soi et en l'abandonnant brusquement, presque tous les phénomènes peuvent être ramenés aujourd'hui à ces deux faits bien précis et faciles à observer.

Ondes sonores. — Nous savons tous qu'autour d'une pierre que l'on jette dans l'eau tranquille d'un bassin se forment une série de cercles qui vont en s'agrandissant le long de la surface. On peut du reste se convaincre qu'il y a là un mouvement, nous pouvons même dire un ébranlement sans déplacement de matière, puisqu'un bouchon laissé sur l'eau avant la chute de la pierre, non loin de là, montera et descendra, ou plutôt *oscillera* sur place sans avancer ni reculer une fois la pierre jetée.

Autour d'une personne qui siffle il en est absolument de même pour l'air qui l'entoure; cet air est ébranlé et se trouve être le siège d'ondes analogues que nous ne voyons pas parce que l'air est transparent, mais qui ressemblent étrangement aux ondes produites par la chute d'un corps à la surface de l'eau.

Ces ondes dites sonores se propagent dans l'air à la vitesse de 340 mètres environ (1) par seconde et ce sont ces compressions et dilatations successives de la masse d'air qui constituent le son.

Sans vouloir décrire ici le mécanisme de l'oreille, ce qui nous entraînerait trop loin, rappelons simplement que ces compressions et dépressions successives de l'air sur notre tympan (qui n'est autre qu'une membrane extrêmement sensible) le font vibrer et

(1) Nous disons *environ*, car, suivant la température ou suivant la pression atmosphérique, ce chiffre varie légèrement.

c'est la sensation de cette vibration que nous appelons « *le son* ».

Mais il y a une foule de sons, celui du sifflet est « *aigu* » ou « *strident* » et paraît nous déchirer l'oreille; comme nous le verrons, c'est qu'avec le sifflet notre tympan exécute un grand nombre de vibrations par seconde. En d'autres termes, il va et vient souvent, trop même, puisque certaines personnes se bouchent les oreilles pour ne pas l'entendre. Au contraire nous disons du son du violoncelle qu'il est « *grave* » c'est parce qu'il fatigue moins notre tympan qui n'est plus sollicité à vibrer qu'un nombre de fois par seconde bien moins grand qu'avec le sifflet.

Longueur d'onde. — Si l'on pouvait, à un instant donné, faire une coupe verticale, par un plan en verre par exemple, dans l'eau de notre bassin agitée par la chute de la pierre, on verrait l'onde se propager loin du point de chute en affectant la forme d'un *creux* suivi d'un *bourrelet* (fig. 10), l'ensemble constitue l'*onde*, et la *longueur d'onde* est l'espace délimité par l'extrémité du creux *b* et l'extrémité du monticule voisin *a*, supposons qu'il soit de six centimètres.

Mesurons maintenant l'espace parcouru par l'onde une seconde après la chute de la pierre, c'est-à-dire l'espace séparant le point de chute de l'extrémité avancée du creux au bout d'une seconde (voir fig. 10), nous trouvons par exemple soixante centimètres.

Nous pourrons dire que l'onde a mis une seconde pour faire 60 centimètres et comme la longueur de l'onde que nous avons mesurée est de 6 centimètres, nous trouvons que sa durée est d'un *dixième de seconde*. On appelle *période* cette durée, c'est-à-dire

le temps qui s'écoule entre le commencement *a* de l'onde et sa fin *b*, c'est-à-dire la durée au bout de laquelle le phénomène se répète à nouveau. On traduit la chose par une formule très simple et très facile à retenir qui forme la base non seulement de l'acous-

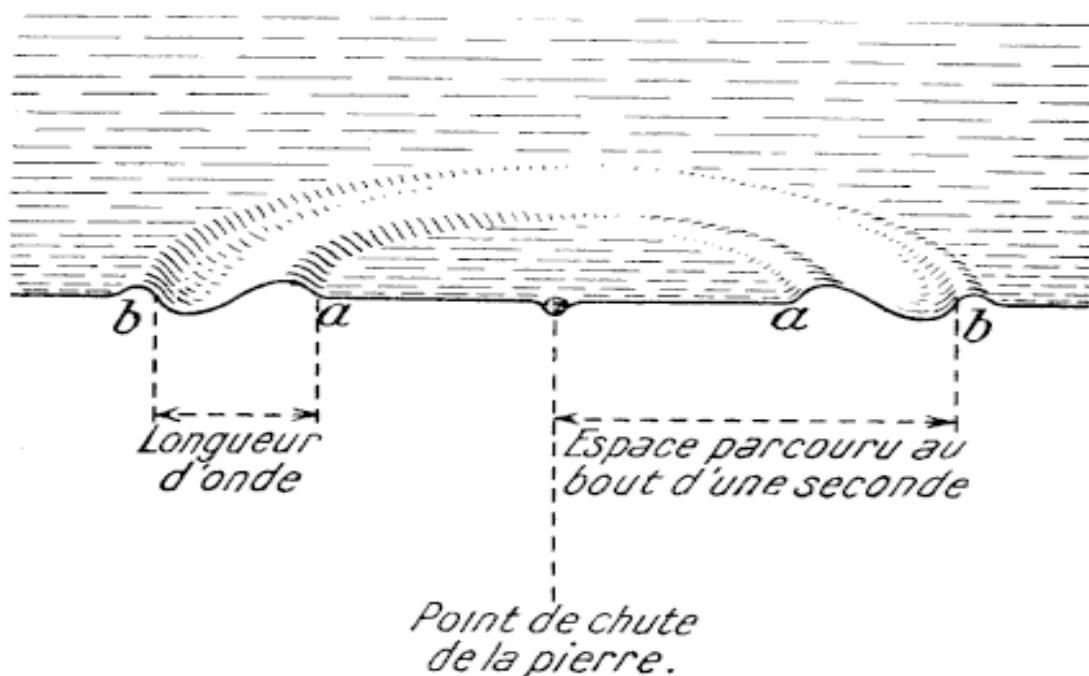


Fig. 10. — Ondes se propageant sur l'eau par la chute d'une pierre.

tique mais encore de la lumière et de la T. S. F., cette formule est la suivante :

$$\lambda = v t$$

λ (lettre grecque, lambda) est la longueur d'onde; v la vitesse de propagation (son, 340 m. par seconde, lumière et électricité, 300 000 km. par seconde); t la période.

Dans l'exemple précédent, la longueur d'onde était de 6 centimètres, la vitesse de propagation (temps par-

couru par l'onde en une seconde) de 60 centimètres et la période un dixième de seconde; on a bien en effet :

$$6 \cdot 60 = \frac{1}{10}$$

Tout ceci se rapporte à la pierre qui frappe l'eau mais en T. S. F., par exemple, nous savons que certains postes ont une longueur d'onde de 300 mètres par exemple, comme la vitesse des ondulations électriques est de 300 000 kilomètres par seconde, la période sera de un millionième de seconde, c'est-à-dire qu'il y aura un million de périodes par seconde !

Intensité des sons. — Pinçons une lame d'acier AB dans un étau par son extrémité B et écartons l'extrémité A de la verticale puis lâchons-la brusquement. Nous constatons que la lame exécute une série d'oscillations en émettant un son, nous disons qu'elle vibre. Nous remarquons également que le son rendu correspond à la même note quelle que soit l'amplitude ou, en d'autres termes, quand la lame va de A'' en B'', au début, elle donne la même note que lorsqu'elle ne va que de A' à B', seule l'intensité du son diminue (fig. 11).

Il est facile de traduire la chose graphiquement : supposons que OA'' représente la distance dont on a écarté l'extrémité A de

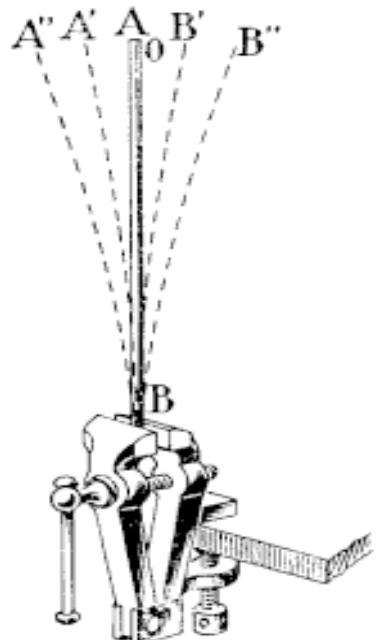


Fig. 11. — Oscillations d'une lame vibrante pincée dans un étau.

la lame de la verticale, nous la lâchons, elle revient vers sa position primitive représentée par Ox , la dépasse jusqu'en B'' , revient vers A'' et ainsi de suite. La courbe figurée représente son déplacement dans le temps si nous portons le long de Ox le temps mis à parcourir la distance $A''B''$. On voit, en effet, la lame accélérer son mouvement dès qu'on la lâche;

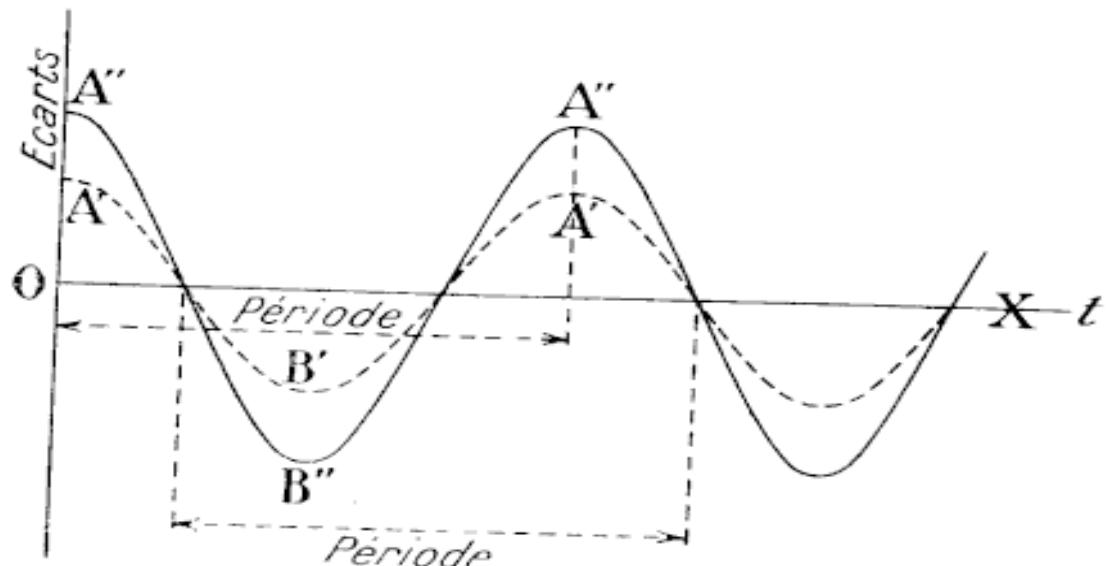


Fig. 12. -- Oscillations de même période mais d'amplitude différente.

elle passe suivant Ox en vitesse, ralentit ensuite avant d'arriver en B'' , s'arrête en B'' , revient vers A'' et ainsi de suite (fig. 12).

La période est le temps qu'elle a mis pour aller et venir, c'est la distance qui sépare deux sommets de la courbe ou deux passages à zéro. Du reste, si l'on veut bien se reporter à la figure 10, qui représente les ondes à la surface de l'eau d'un bassin agitée par la chute d'une pierre, la période est bien ce qui sépare l'extrémité du creux de l'extrémité d'un monticule. On remarque aussi que lorsque la lame ne va plus que de A_1 à B_1 le son produit correspond à

la même note (c'est-à-dire qu'il y a toujours le même nombre d'allées et venues ou de vibrations par seconde), mais il est moins *intense*. On peut donc dire que la période reste la même, mais que *l'amplitude* seule varie. Cette courbe, appelée *sinusoïde*, représente aussi très exactement la loi du mouvement du pendule; c'est elle qui est à la base de la physique moderne, où tout se ramène à des vibrations, qu'elles soient *sonores*, *lumineuses* ou *électriques*.

On peut faire avec l'expérience précédente une autre remarque importante en ce qui concerne le son. Eloignons notre oreille de la lame qui vibre, nous constatons que pour une même amplitude de la vibration de la lame l'intensité du son perçu diminue vite lorsque la distance de la source sonore à l'oreille augmente. Ainsi quand cette distance *double*, l'intensité du son est divisée par *quatre*. A une distance *quatre* fois plus grande l'intensité est divisée par *seize*.

Nous effleurons là une chose fort importante dans la question du cinéma sonore, sur laquelle nous reviendrons plus loin, il suffira de s'en souvenir.

Hauteur des sons. — Nous venons de voir que, suivant l'amplitude du mouvement vibratoire, le son était plus ou moins *intense*, mais on peut aussi avoir des sons de *périodes* différentes, c'est-à-dire des sons pour lesquels le temps périodique ou le temps séparant deux sommets de la courbe de la figure 12 varie. Nous touchons là à la musique, puisque les notes de musique sont données par des sons de

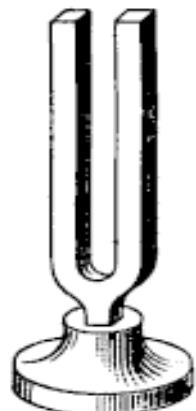


Fig. 13.
Diapason.

périodes différentes. On peut aussi dire que ces sons ont des fréquences différentes, c'est-à-dire que le nombre d'allées et venues par seconde diffère.

C'est ainsi que le *la* des musiciens, note sur laquelle ils accordent leurs instruments correspond

à 435 vibrations par seconde, il est donné généralement par un *diapason*, instrument formé d'une lame épaisse recourbée en fer à cheval, fixée par sa partie courbe à un support, les deux branches étant identiques vibrant à la même période lorsqu'on les pince (fig. 13), elles vont et viennent à la façon de la lame vibrante de la figure 11. Si l'on considère chaque lame au départ en A'' elle va en B'' et revient en

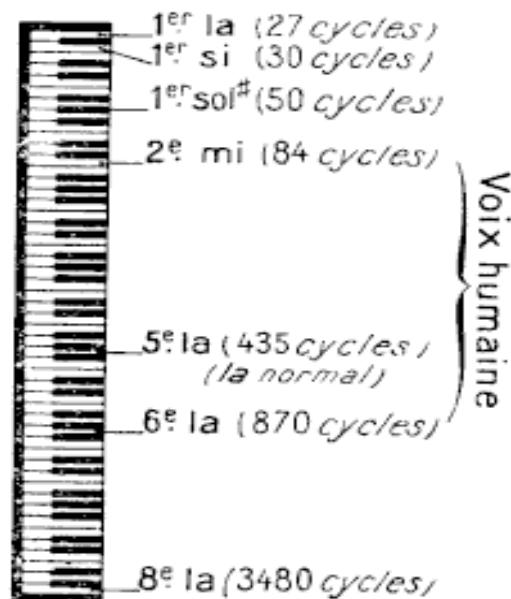


Fig. 14. — Clavier d'un piano avec indication de la valeur des différentes notes.

A'' en effectuant ce double trajet 435 fois par seconde.

Le piano, qui est l'instrument de musique par excellence, est constitué par une série de cordes métalliques de longueurs différentes qui se mettent à vibrer lorsqu'on les frappe à l'aide d'un marteau commandé par les touches du clavier.

Le musicien assis devant le piano (fig 14) dispose à sa droite de notes donnant des sons très aigus et à sa gauche des notes correspondant aux sons graves. C'est ainsi qu'en mesurant le nombre de vibrations

par seconde ou la *fréquence* correspondant à chaque note on trouve la fréquence 27 (27 périodes par seconde) pour la dernière note à gauche, son très grave, (*premier la*) et la fréquence 3 480, soit 3 480 périodes par seconde pour la dernière note à

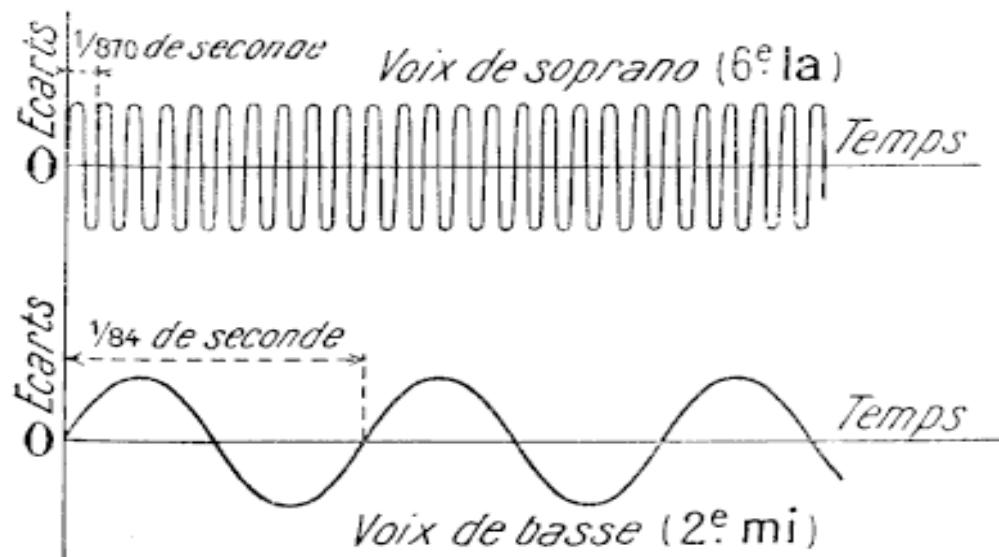


Fig. 15. — Courbes montrant la différence de fréquence de deux sons différents.

droite, qui est le huitième la. On obtient des écarts plus grands encore qu'il est intéressant de connaître avec d'autres instruments de musique, c'est ainsi que la petite flûte peut monter jusqu'à 4 700 périodes par seconde, tandis que les grandes orgues utilisent parfois des notes correspondant à 16 périodes par seconde seulement. On peut donc dire que l'intervalle compris entre la fréquence 16 et la fréquence 5 000 constitue l'ensemble des fréquences employées en musique.

Pour les voix, les hauteurs sont un peu plus resserrées; on estime qu'une voix d'homme (basse, 2^e mi) correspond à la fréquence 84, tandis que les voix

de femme atteignent jusqu'à 864 périodes par seconde (soprano, 6^e la), soit cent fois plus haut.

La figure 15 illustre la chose d'une façon frappante; on a tracé les deux courbes analogues à celle de la figure 12 et correspondant, l'une très allongée, à la voix de basse; l'autre, très resserrée, à la voix de femme. On ne devra pas perdre de vue ce diagramme dont l'importance est considérable dans les inscriptions sonores, ainsi que nous le verrons par la suite.

Timbre des sons. — Deux instruments de musique peuvent émettre la même note et cependant à l'oreille

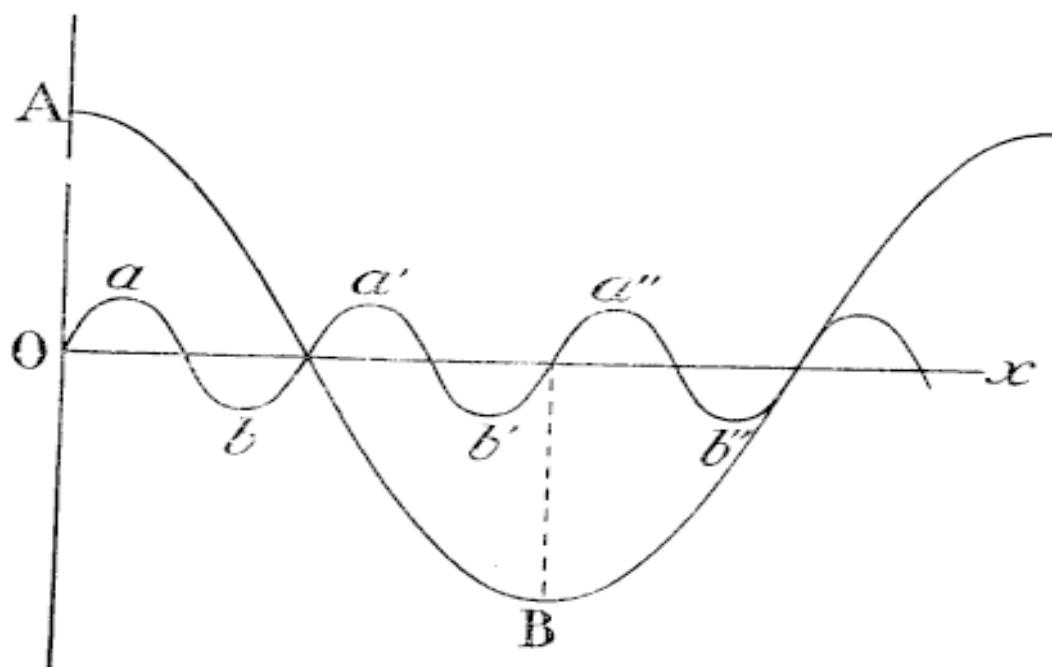


Fig. 16. — Courbe fondamentale AB avec un harmonique ab , $a'b'$, etc.

il semble qu'il y ait une différence. C'est ainsi que sur la flûte ou le hautbois les mêmes notes paraissent différer très notablement, on traduit la chose en disant que *le timbre* n'est pas le même. En réalité,

le son fourni par la même note des deux instruments est un *son complexe* qui se compose d'un son à la même fréquence dans les deux instruments ou *son fondamental*, auquel se superpose une ou plusieurs autres vibrations qui sont des *multiples* du son fondamental et qu'on appelle des *harmoniques*.

Pour mieux comprendre, revenons à notre diagramme fig. 12 qui représente la courbe d'un son, d'une fréquence quelconque. Supposons (fig. 16) qu'entre deux passages au zéro on insère une autre courbe telle que ab, a'b', a''b'', qui a exactement deux fois plus d'oscillations, on dira qu'au son fondamental AB s'ajoute un harmonique de rang 2. Pour fixer les idées, prenons le piano qui est un instrument connu de tout le monde, toutes ses notes possèdent des harmoniques, en effet : le *troisième do* (qui correspond à 130 périodes par seconde) pris comme son fondamental possède les harmoniques suivants (fig. 17) :

Harmonique 2 : quatrième *do* (fréquence $260 = 130 \times 2$)
 Harmonique 3 : quatrième *sol* (fréquence $390 = 130 \times 3$)
 Harmonique 4 : cinquième *do* (fréquence $520 = 130 \times 4$)
 Harmonique 5 : cinquième *mi* (fréquence $650 = 130 \times 5$)
 Harmonique 6 : cinquième *sol* (fréquence $780 = 130 \times 6$)

Cette question des harmoniques a une grande importance dans la question de l'enregistrement



Fig. 17. — Harmoniques différents que l'on trouve sur un clavier de piano.

sonore et sa reproduction, car on voit que si l'on veut que le *timbre* des voix ou des instruments soit bien rendu, il faut que l'on puisse enregistrer *tous* les

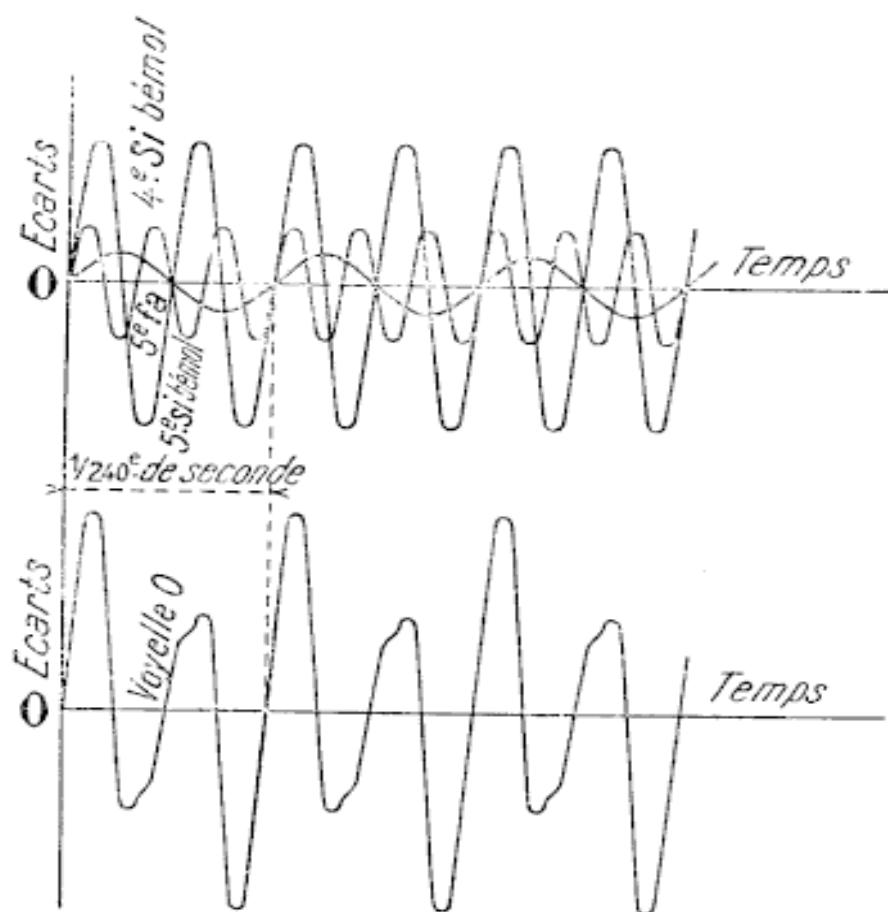


Fig. 18. — Décomposition de la voyelle O en un son fondamental et ses harmoniques.

harmoniques qui se superposent au son fondamental et comme il y en a de fréquence très élevée, leur manque d'inscription ou leur mauvaise reproduction peut modifier totalement le timbre des voix ou des sons. C'est là un des grands reproches que l'on a pu faire au début du cinéma parlant et sonore; c'est pourquoi nous ne saurions trop insister sur l'import-

tance que présente actuellement cette question. L'analyse des sons a été faite jadis par le physicien HELMHOLTZ qui a pu ensuite reproduire par la combinaison de sons simples les sons les plus complexes comme la voix humaine.

C'est ainsi que la voyelle O peut être obtenue par la superposition de trois sons :

Les 3 courbes du haut de la fig. 18 représentent précisément ces trois sons, il est facile de voir qu'elles se rejoignent régulièrement à certains passages à zéro constituant ainsi des harmoniques de la courbe la plus allongée (1). Le diagramme au-dessous a été obtenu en additionnant algébriquement les écarts correspondant aux trois courbes du dessus et, chose curieuse, cette courbe du bas représente exactement les vibrations du larynx quand on prononce la voyelle O. C'est une courbe identique qui doit être enregistrée si l'on veut obtenir dans des appareils de reproduction appropriés la voyelle O.

Sons amortis. — Un son est dit *entretenu* quand la vibration persiste longtemps identique à elle-même, c'est le cas d'un diapason entretenu électriquement par un électro-aimant ou d'un tuyau d'orgue dans lequel on maintient l'arrivée de l'air. Si le diapason n'est pas entretenu, l'amplitude de ses vibrations va constamment en décroissant comme un pendule qui s'arrête et le son baisse lentement, on dit que le son est *faiblement amorti*. Mais il existe des vibrations qui s'arrêtent rapidement, ce sont les bruits, coup de marteau, choc de deux pierres, castagnettes, etc.; on dit alors que ce sont des sons

(1) MARCEL BOLL : *Qu'est-ce que le son, la lumière, l'électricité, etc.*, p. 180. LAROUSSE, éditeur.

très amortis. Ces bruits n'existaient pour ainsi dire pas jusqu'ici dans la musique classique, la vraie, mais ils sont apparus depuis que le « jazz » à la mode en a multiplié l'emploi au détriment de la bonne harmonie. Que ce soit de la musique, de la parole ou du bruit, le cinéma parlant doit pouvoir tout reproduire et cela aussi fidèlement que possible; c'est pourquoi, avant d'entreprendre l'étude des appareils, il était bon de connaître les difficultés à surmonter.

Mesure du son, bel, décibel, etc. — La mesure des intensités sonores étant très difficile, on a préféré s'en rapporter à la puissance électrique mise en jeu pour les produire, cette puissance électrique étant plus facile à évaluer avec les instruments dont on dispose aujourd'hui, tels que les voltmètres, ampèremètres, wattmètres (1).

Mais il fallait une liaison entre la puissance mise en jeu dans les appareils sonores et leur valeur auditive, c'est la loi de Weber-Fechner qui s'exprime en disant que *l'intensité de la sensation croît comme le logarithme de l'excitation.*

Logarithme! Voilà un bien grand mot qui veut qu'on s'arrête un instant pour en rappeler la définition.

1^o *Progression arithmétique.* — Considérons la série des nombres naturels 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc.; on peut dire qu'ils sont formés par le nombre qui les précède auxquels on *ajoute un*, ainsi on a 0, $0 + 1$, $1 + 1$, $2 + 1$, $3 + 1$, $4 + 1$, etc., et l'on dit que la série 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc., est une progression arithmétique dont la *raison* est *un*. On peut imaginer ainsi toutes

(1) Voir *Installations et mesures électriques*, GARNIER FRÈRES, éditeurs, page 157.

sortes de progressions arithmétiques de la forme : $0, d, 2d, 3d, 4d, 5d$, etc.; d étant un nombre quelconque.

2^o *Progression géométrique.* — Il existe un autre genre de progression, ce sont les progressions géométriques obtenues en *multipliant* chaque terme par un nombre constant ainsi les nombres : 1, 10, 100, 1.000, etc., forment une progression géométrique dont la raison est 10.

On peut l'écrire : 1, 10, 10×10 , 100×10 , etc.

Ou encore : 1, 10, 10^2 , 10^3 , etc.

Et d'une façon générale on peut l'écrire : 1, p , p^2 , p^3 , etc.

Dans les deux cas généraux, d et p peuvent être des nombres quelconques.

Mais reprenons nos deux premières progressions géométrique et arithmétique et écrivons-les l'une au-dessous de l'autre :

{ Progr. géom. : 1, 10, 10^2 , 10^3 , 10^4 , etc.	Progr. arith. : 0, 1, 2, 3, 4, etc.
---	-------------------------------------

On dit que 1 est le logarithme de 10, 2 le logarithme de 100, 3 le logarithme de 1 000, et ainsi de suite.

Ceci va nous permettre de définir le *bel* en vertu de la loi ci-dessus.

Supposons que l'on ait trois sons dont le rapport de leurs intensités soient comme les nombres 1, 10 et 100, ce rapport paraîtra à l'oreille comme les nombres 1, 2 et 3. Les nombres 1, 2 et 3 qui sont, nous venons de le voir, les logarithmes des nombres 1, 10 et 100, s'expriment en *décibels* ou en *dixièmes de bel*, le bel étant une unité trop grande pour la pratique, (le *bel* rappelle le nom de *Bell* inventeur du téléphone.) Ce procédé, qui consiste à exprimer les intensités des sons par les *logarithmes* des nombres

qui les représentent, évite de promener des nombres astronomiques avec lesquels on peut commettre de grossières erreurs.

Prenons un exemple : Si l'amplification dans un appareil sonore est de 10 on dira que le gain est de *un bel*, de 100 que le gain est de *2 bels* ou de *20 décibels*, de 1.000 que le gain est de *3 bels* ou *30 décibels*, etc.

REMARQUE. — D'après ce qui précède seuls les multiples de 10 auraient des logarithmes mais pour combler cette lacune on insère entre les termes de la progression géométrique des termes moyens auxquels on fait également correspondre d'autres termes moyens dans la progression arithmétique. On peut ainsi obtenir tous les nombres possibles entiers ou décimaux et leur faire correspondre des logarithmes (1). On peut même prolonger les deux séries vers la gauche et obtenir les logarithmes de nombres plus petits que 1, la raison de la progression géométrique devient 1.

(1) Le choix des deux progressions géométrique et arithmétique étant tout à fait arbitraire, il y a une infinité de systèmes de logarithmes. On peut prendre pour la raison r une quantité *très petite* afin que les termes des deux progressions croissent par degrés très petits, ainsi dans les deux progressions :

$$\left\{ \begin{array}{llllll} \text{Progr. géom. } 1, & 1+r, & (1+r)^2, & (1+r)^3, & (1+r)^4, \dots \text{ etc.} \\ \text{Progr. arith. } 0 & r & 2r & 3r & 4r & \dots \text{ etc.} \end{array} \right.$$

on peut arriver à avoir toute la succession des nombres en prenant r assez petit. L'avantage d'un tel système est de permettre des calculs faciles, ainsi prenons deux nombres $(1+r)^3$ par exemple que nous voulons multiplier par $(1+r)^4$, nous savons que cela donne $(1+r)^7$ mais nous voyons aussi que cela correspond à additionner leurs logarithmes $3r$ et $4r$ ce qui donne $7r$ et $7r$ est bien le logarithme de $(1+r)^7$. Donc au lieu de faire une multiplication difficile de deux grands nombres ce qui est souvent long et fastidieux, il suffira de faire une *addition* de leurs logarithmes, une table donnera le nombre correspondant à $7r$ dans l'exemple précédent, qui sera $(1+r)^7$, une division se réduira à une soustraction, donc grande simplification des calculs.

CHAPITRE II

L'enregistrement électrique des sons.

A la base du cinéma parlant il y a, parallèlement à l'impression des images sur une bande souple, l'enregistrement des sons. Cet enregistrement se fait électriquement depuis que l'on dispose des amplificateurs à lampes électroniques ou de T. S. F. qui jouent pour les courants électriques le même rôle que les verres grossissants pour la lumière.

Généralités sur l'enregistrement. — MATERIEL D'ENREGISTREMENT DU SON. — Les différents éléments dont nous étudierons plus loin en détail les caractéristiques sont disposés comme l'indique le schéma général ci-dessous :

Les *microphones* qui captent le son sont reliés à un appareil de *mélange* qui permet de doser l'effet de chacun. Le courant résultant est ensuite amplifié par un *amplificateur* à la sortie duquel se trouve *l'enregistreur* (fig. 19).

Dans certains modèles simplifiés (matériel d'amateur ou pour prises de vue d'actualités), l'enregistreur fait corps avec la camera de prise de vues et impressionne la même pellicule ou une pellicule parallèle à la

première et la commande se fait par le même entraînement, c'est la solution la plus simple pour obtenir le synchronisme de l'image et du son.

En général pour obtenir une meilleure qualité et de meilleures conditions d'exploitation, l'enregistreur se trouve placé loin de la caméra, le synchronisme des deux bandes image et son est obtenu en faisant défiler les deux bandes (image et son) à la

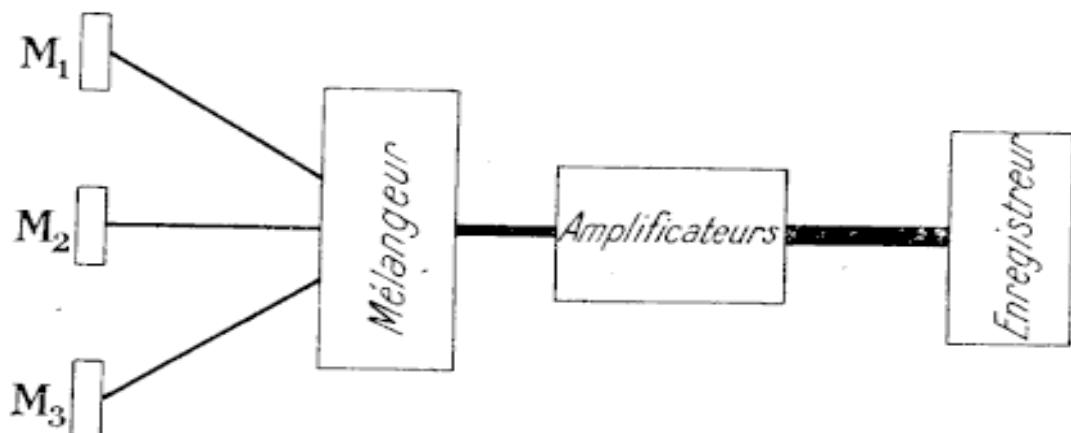


Fig. 19. — Schéma général d'un centre d'enregistrement.

même vitesse et en faisant un repère sur les deux films au même moment. Cette égalité absolue de vitesse est obtenue en utilisant pour l'entraînement des deux bandes des moteurs dont le fonctionnement est synchrone, ce synchronisme qui est assuré, soit par la fréquence des courants alternatifs d'un réseau, soit en reliant des points symétriques sur les induits tournants des moteurs mis par le courant continu (fig. 20) équivaut à un véritable accouplement des axes des moteurs qui sont rigidement liés les uns aux autres.

Quant aux repères ils peuvent être produits par un télégraphe spécial qui perfore les deux bandes

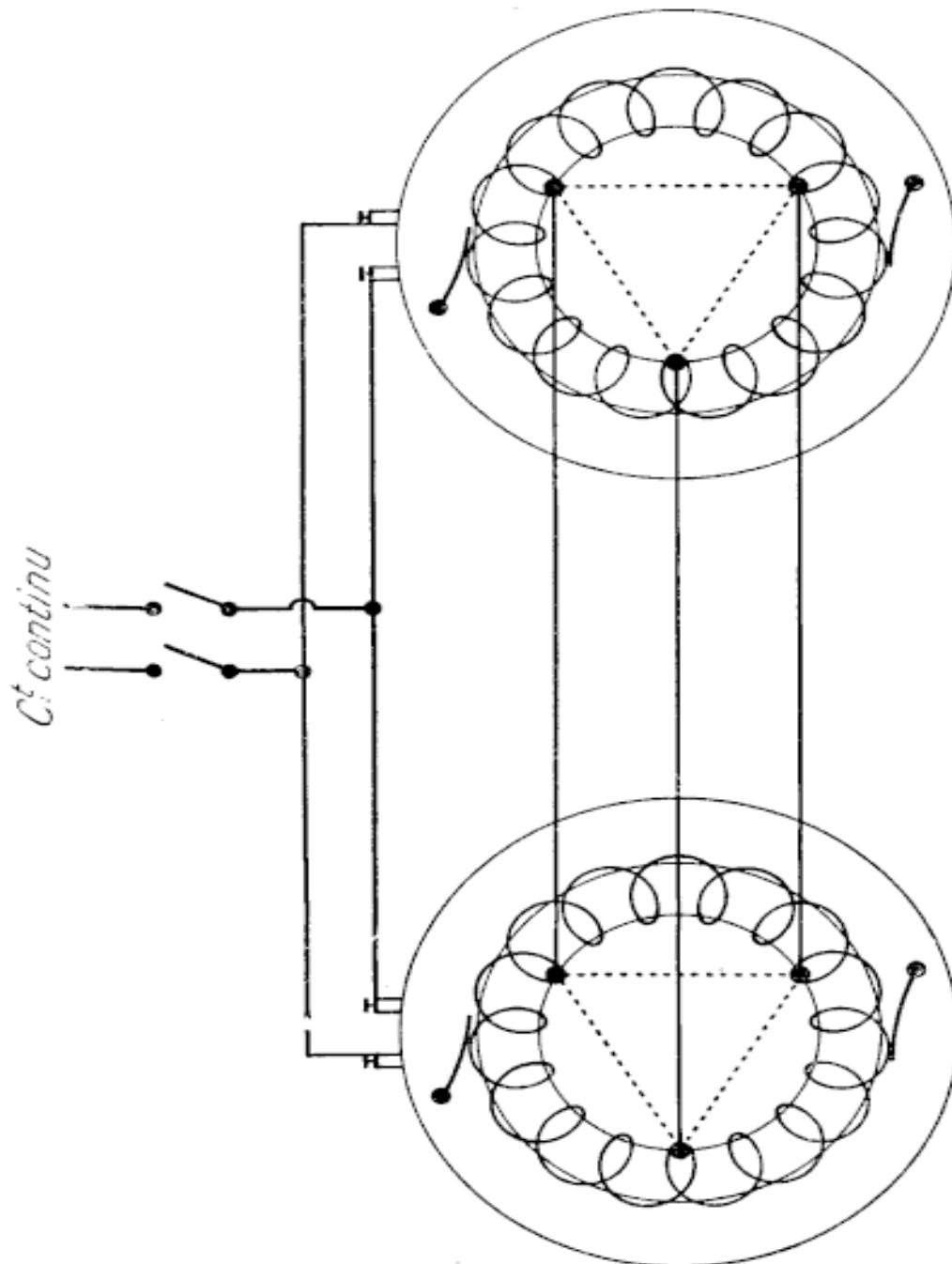


Fig. 20. — Schéma de l'accouplement rendant synchrones deux moteurs à courant continu.

en même temps ou plus généralement en enregistrant le bruit d'un claquoir en bois qu'un assistant placé devant la caméra heurte vivement.

Microphones. — L'appareil le plus connu qui sert à transformer les vibrations sonores en oscillations électriques est le *microphone*. On le trouve aujourd'hui dans tous les postes téléphoniques, il est généralement constitué par deux plaquettes de charbon entre lesquelles peut se déplacer de la poudre de

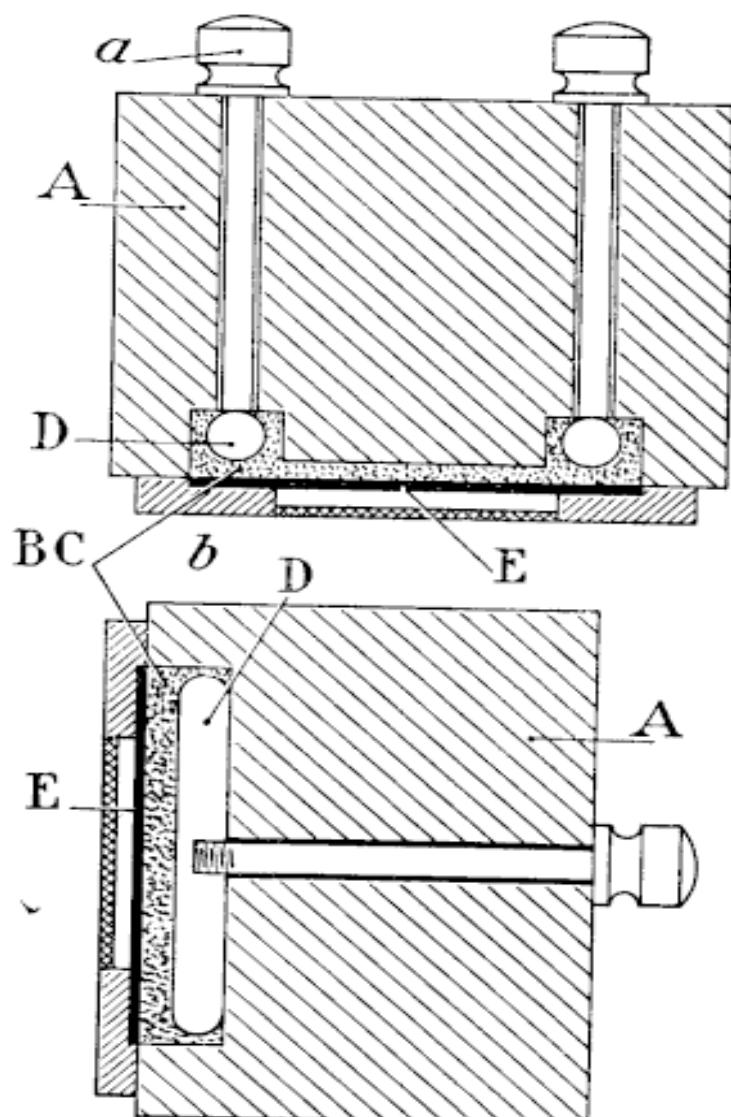


Fig. 21. — Microphone à charbon.

tions électriques est le *microphone*. On le trouve aujourd'hui dans tous les postes téléphoniques, il est généralement constitué par deux plaquettes de charbon entre lesquelles peut se déplacer de la poudre de

charbon (1). Entre ces deux plaques on fait circuler le courant d'une pile et dans ce circuit on intercale le récepteur. En parlant devant le microphone, les plaquettes vibrent et la poudre qui est entre les deux se trouve plus ou moins comprimée, modifiant ainsi la *résistance* du circuit. Les variations de résistance engendrent des variations de courant qui agissent dans le récepteur et lui font reproduire fidèlement les sons émis devant le microphone. La chose est évidente puisque les variations de courant sont intimement liées aux vibrations sonores par la variation de résistance que ces dernières provoquent.

Mais comme on a pu le remarquer au cours de conversations téléphoniques il arrive que l'on reconnaît plus ou moins bien la personne qui vous parle, ce qui veut dire que le microphone ne traduit pas exactement tous les sons émis, *le timbre* est souvent mal rendu et en matière de cinéma parlant la chose est très importante, aussi faut-il employer des microphones pouvant rendre toutes les fréquences audibles, c'est-à-dire toutes les vibrations que percevrait l'oreille de quelqu'un placé à côté.

Il est intéressant de noter que l'on est arrivé aujourd'hui à réaliser pour l'enregistrement sonore d'excellents microphones à charbon d'un très bon rendement. La figure 21 représente une coupe du microphone Reisz à charbon très employé dans les

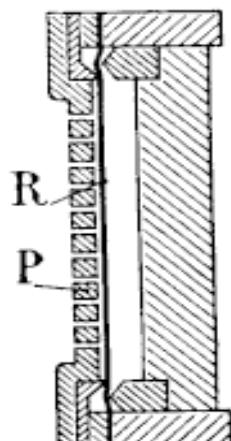


Fig. 22.
Principe du microphone-condensateur.

(1) Voyez *La Téléphonie privée*, par A. SOULIER, p. 100.

studios, on distingue nettement en E, la membrane et derrière elle en B la poudre de charbon. Le courant pour aller d'une borne à l'autre est obligé de traverser cette poudre plus ou moins comprimée par les vibrations sonores transmises par la membrane. Ce microphone très simple a cependant des concurrents qu'il est intéressant de signaler.

Microphone condensateur. — Cet appareil (fig. 22)

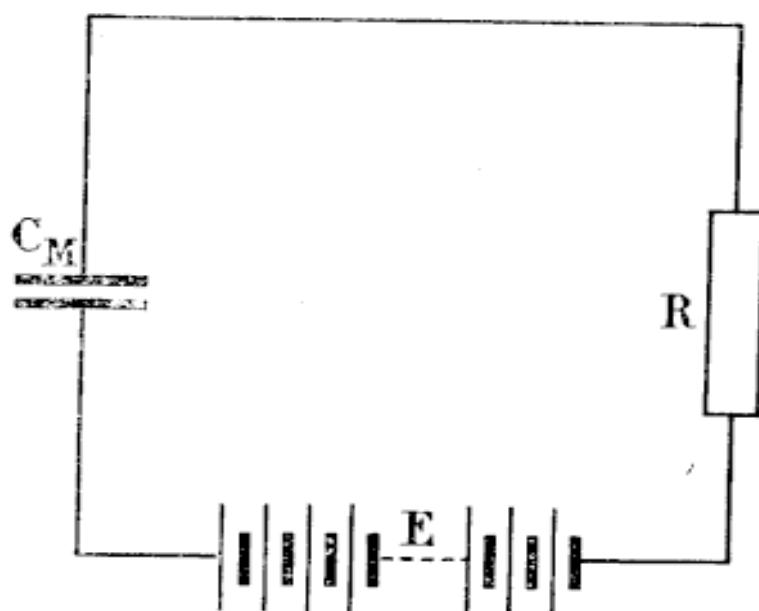


Fig. 23. — Schéma du montage d'un microphone condensateur.

est formé de deux plaques métalliques plates P et R séparées par de l'air et à très peu de distance l'une de l'autre (moins d'un centième de millimètre). L'une de ces plaques destinées à recevoir les vibrations sonores est en duralumin (métal très léger, à base d'aluminium et assez élastique) et son épaisseur est presque celle d'une feuille de papier. Entre ces deux plaques CM on applique une tension électrique E de 180 volts environ fournie par une pile à travers une très grande résistance R (de l'ordre de 20 à 50 mégohms) (fig. 23).

Tant que le silence règne autour de l'appareil la plaque en duralumin est immobile et aucun courant ne traverse l'appareil, mais si l'on vient à parler ou à faire du bruit, la plaque vibre et en vibrant se rapproche et s'éloigne de la plaque voisine. Il en résulte des variations de capacité du condensateur ainsi constitué et la capacité variant, la charge varie aussi. Il circule donc dans la résistance un courant soit de charge (quand les deux plaques se rapprochent), soit de décharge (quand elles s'éloignent) et si l'on branche un amplificateur aux bornes de cette résistance il pourra multiplier par 100 ou 1 000 ces variations qui seront l'image fidèle de la parole.

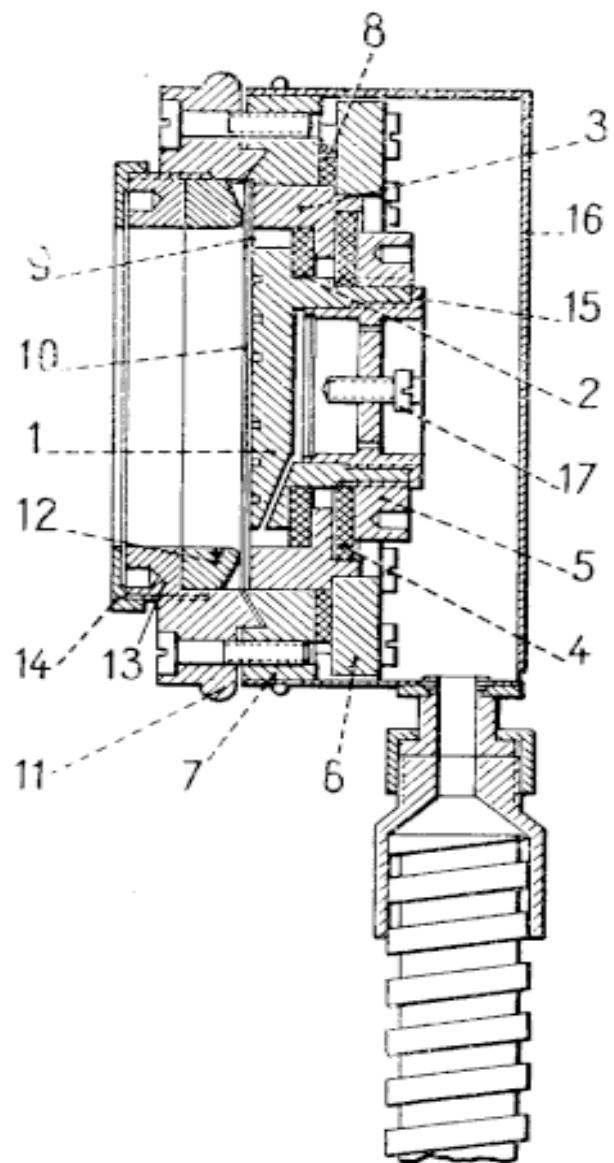


Fig. 24. — Coupe d'un microphone-condensateur :

1. Armature fixe.
2. Anneau isolant.
3. Pièce de fixation.
4. Anneau isolant.
- 5 et 6. Anneau de tension.
10. Armature mobile flexible constituée par une feuille d'aluminium.
- 11, 12 et 13. Anneaux assurant la tension de l'armature 10.
17. Borne de l'armature fixe.

Les rainures dans l'armature 1 ont pour but d'augmenter l'amortissement par l'air qu'elles contiennent.

Le grand avantage du microphone condensateur est sa fidélité, son rendement est pratiquement cons-

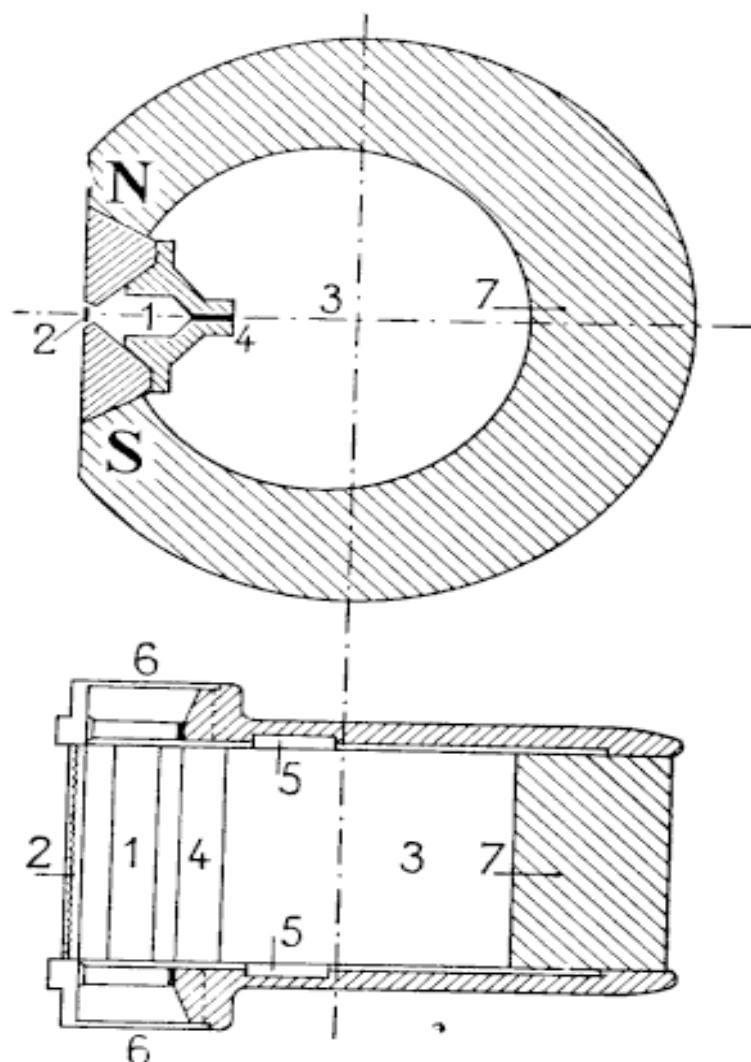


Fig. 25. — Coupe d'un microphone électrodynamique.

tant jusqu'aux fréquences de 7 000 périodes par seconde (1) (le *la* ordinaire ou *la₃* correspond, on le

(1) Les pianos les plus étendus vont du 1^{er} *la* (27 vibrations par seconde) à l'*ut* (4 200 vibrations par seconde). On en déduit que les *sous d'un bon usage en musique sont compris entre 30 et 4 000 vibrations par seconde.*

sait à 435 vibrations par seconde mais son plus grave défaut est la faiblesse du courant mis en jeu. Son débit correspond en effet approximativement à — 100 *décibels* (1). Ce niveau correspond à celui de courants induits même sur une ligne très courte, il devient indispensable de placer un amplificateur tout contre le microphone condensateur. Le boîtier (fig. 24) qui fait ressembler vaguement l'appareil à une lampe portative est placé sous le microphone et il contient un amplificateur à deux lampes logé entièrement dans le tube cylindrique servant de base au microphone (2).

Microphone électrodynamique. — Un autre système de microphone remplace parfois les microphones ci-dessus dans certains cas, c'est le microphone *électrodynamique*. Dans cet appareil dont le principe est analogue à celui du haut-parleur électrodynamique, une bobine mobile qui peut se réduire à une spire mise en mouvement par les vibrations sonores se déplace dans l'entrefer d'un aimant ou d'un électro-aimant. C'est en somme un vrai alternateur puisque la bobine mobile ou la spire mise en mouvement par vibrations sonores est le siège d'un courant alternatif lorsqu'elle coupe en se déplaçant les lignes de force de l'aimant (3). Ce courant convenablement amplifié comme celui des microphones précédents sert à réaliser l'inscription sonore sur le

(1) Il est d'usage courant dans la technique du cinéma parlant d'admettre pour niveau zéro celui qui correspond à une puissance sonore de 6 milliwatts. Le niveau de — 100 décibels correspondrait à une puissance extrêmement faible (voir p. 35).

(2) L'action du microphone condensateur étant très faible on préfère parfois introduire cet appareil dans un circuit oscillant pourvu d'un détecteur et ce sont les oscillations après détection que l'on amplifie, exactement comme dans un poste de T. S. F.

(3) *Traité pratique d'électricité*, p. 36, et *Manuel de l'Electricien*, page 29. GARNIER FRÈRES, éditeurs.

film ou sur un disque comme nous le verrons plus loin et comme nous l'avons déjà signalé dans notre préambule (p. 10).

Pour pouvoir suivre utilement toutes les vibrations, la bobine mobile ne doit pas présenter une grande masse, c'est pour cela qu'on la réduit à un simple ruban en aluminium, elle doit être très légère car l'inertie supprime les fréquences élevées. Un aimant permanent (fig. 25) en fer à cheval ou annulaire, 7, fournit le champ magnétique qui est concentré par des pièces polaires effilées dans un entrefer où se trouve la membrane. Cette membrane visible en 2 est constituée par une bande en aluminium extrêmement mince (2 à 3 millièmes de millimètre d'épaisseur, soit celle d'un papier pelure), elle forme le conducteur ou bobine mobile réduite ici à une demi-spirale se déplaçant sous l'effet des vibrations sonores dans l'entrefer de l'aimant permanent. Le faible courant produit est amplifié convenablement pour l'inscription ainsi qu'on le verra plus loin. Le microphone électrodynamique, à cause de ses petites dimensions, est souvent utilisé de préférence aux microphones à condensateur parce qu'on peut plus facilement le dissimuler, chose utile dans la reproduction de certaines scènes.

D'autre part, le microphone condensateur étant affecté par les variations de pression atmosphérique comme un baromètre métallique auquel il ressemble, et le microphone électrodynamique étant au contraire insensible à ces variations, ce dernier est souvent employé dans les ascensions en montagne ou en aéroplane.

Un autre avantage du microphone électrodynamique est qu'il peut être placé à une certaine distance

de son amplificateur, ce qui permet de concentrer en un seul point les appareils d'amplification et de disséminer les microphones en plusieurs points de la scène à enregistrer. Cependant on ne perdra pas de vue qu'il est notablement inférieur au microphone condensateur quant à la qualité des sons reproduits.

Mélangeur de sons. — Pour pouvoir graduer la

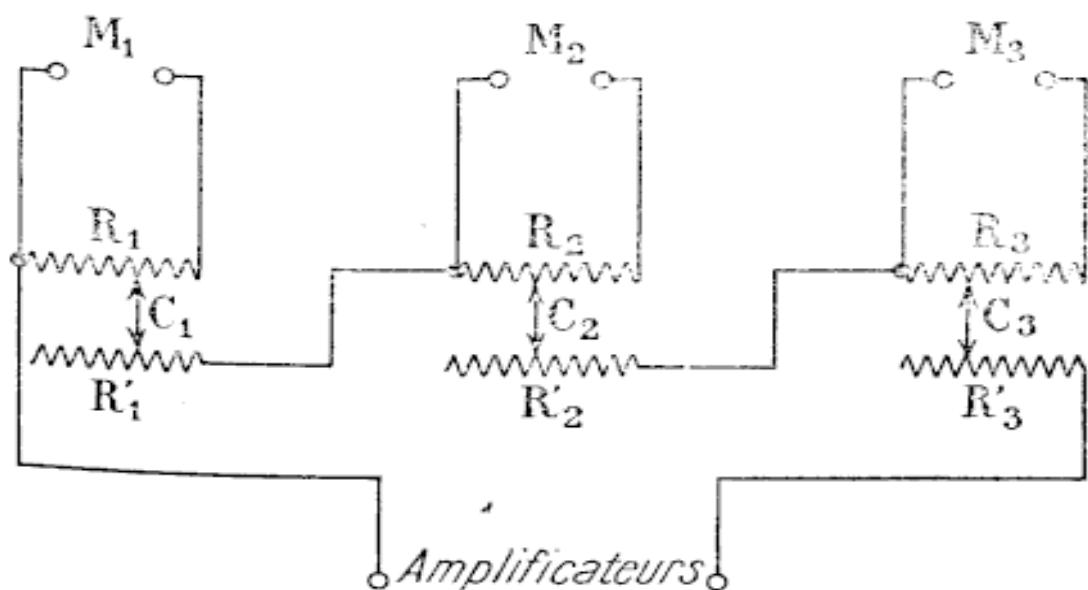


Fig. 26. — Schéma d'un mélangeur de sons.

valeur des sons enregistrés par les divers microphones, pour faire dominer l'un et atténuer les autres, chaque circuit microphonique aboutit à un mélangeur de sons (que les Américains appellent « the mixer ») et qui est en somme très simple. Le schéma figure 26 représente un de ces appareils limité à trois microphones seulement mais que l'on peut prévoir pour un nombre plus grand. Chaque circuit microphonique M_1 , M_2 , M_3 est relié à une grande résistance R_1 , R_2 , R_3 . Parallèlement et au-dessous se trouvent

trois autres résistances égales R'_1 , R'_2 , R'_3 et entre les deux un curseur C_1 , C_2 , C_3 .

Les résistances du bas R'_1 , R'_2 , R'_3 , étant reliées par une de leurs extrémités : R'_1 à l'extrémité de la résistance R_2 du circuit du microphone suivant M_2 , R'_2 à l'extrémité de la résistance R_3 du microphone M_3 , etc., on obtient dans l'amplificateur relié

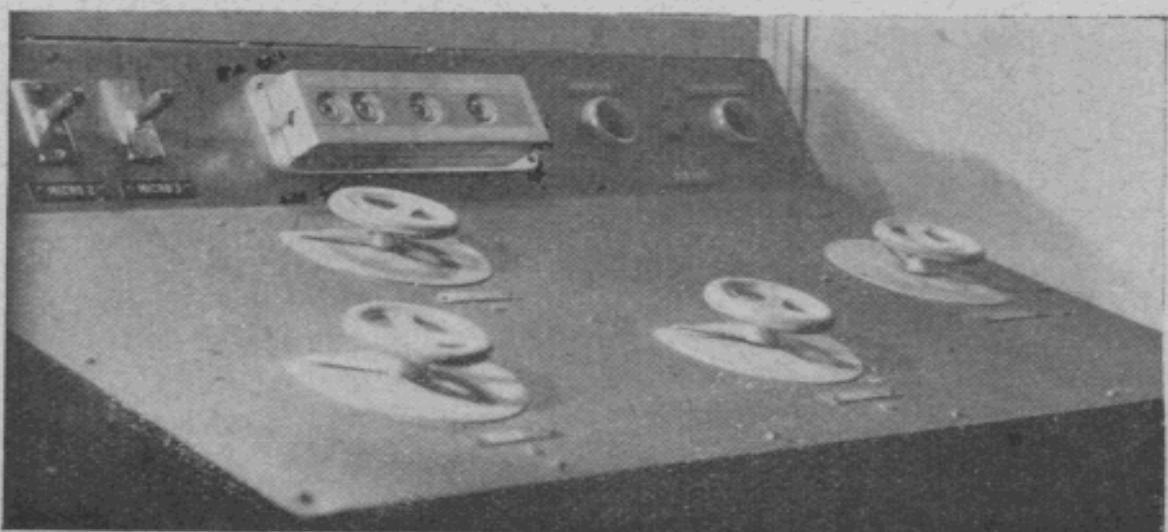


Fig. 27. — Vue d'ensemble d'un mélangeur de sons « *Radio-Cinéma* ».

aux points extrêmes la totalité des courants provenant des divers microphones.

Il est facile de voir qu'en poussant les curseurs C_1 , C_2 , C_3 vers la droite, on met tous les microphones en série sur les amplificateurs, et si on pousse les mêmes curseurs vers la gauche on élimine peu à peu les microphones tout en laissant le courant sensiblement constant, puisqu'on a remplacé les résistances R_1 , R_2 , R_3 par les résistances équivalentes R'_1 , R'_2 , R'_3 .

On peut évidemment réaliser des mélangeurs de

son de différentes manières, le *fader* utilisé en particulier pour le passage d'un appareil de reproduction à un autre (p. 203) en est un exemple, mais le principe reste le même, en tout cas le schéma (fig. 26) est celui qui donne lieu au minimum de pertes tout en permettant l'augmentation ou la diminution de l'effet d'un microphone sans bruit insolite par la simple manœuvre du curseur correspondant.

Dans la vue d'ensemble (fig. 27) du mélangeur, on remarque, dans un petit cadre, au-dessus des volants de manœuvre des résistances d'affaiblissement, *l'indicateur de niveau*, qui permet d'évaluer le « volume » de son enregistré.

CHAPITRE III

Les amplificateurs.

Principe. — Le cinéma parlant comme la T. S. F. n'ont reçu le développement qu'on leur connaît que le jour où l'on a pu disposer des amplificateurs ou des lampes à plusieurs électrodes étudiées et mises au point depuis 1908. Avant d'aller plus loin, nous allons voir rapidement comment on les constitue, étant donné qu'on les trouve aussi bien combinées avec les appareils d'enregistrement qu'avec les appareils de reproduction sonore que nous étudierons dans la deuxième partie de cet ouvrage. Ceux de nos lecteurs déjà familiarisés avec les amplificateurs de T. S. F. pourront passer ce chapitre, quant à ceux qui désireraient s'initier à l'emploi des lampes à plusieurs électrodes ils pourront parcourir ces quelques lignes, lesquelles, malgré leur brièveté, leur permettront de retrouver le principe des différents dispositifs en usage aujourd'hui (1). C'est, en effet, la lampe à trois électrodes bien connue aujourd'hui de tout le monde qui a permis de réaliser les premiers amplificateurs, rappelons-en le principe :

(1) Consulter également le *Traité complet de T. S. F.* de M. MOREL, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

Prenons une lampe à incandescence dans le vide (fig. 28) et supposons qu'au-dessus du filament F on ait disposé une plaque en nickel P supportée par un fil traversant le verre au sommet de l'ampoule. Edison, qui, on le sait, avait lancé la lampe à incandescence à filament de charbon, avait remarqué que si l'on relie la plaque P au pôle positif d'une pile E à travers un galvanomètre G, son pôle négatif étant relié au filament, aucun courant ne passe si le filament est froid, mais si on porte le filament à l'incandescence à l'aide d'une source auxiliaire C, pile, accumulateur ou machine, le galvanomètre accuse le passage d'un courant. Si, laissant le filament incandescent, on inverse les pôles de la pile E, c'est-à-dire si on relie la plaque P au pôle négatif de la pile, tandis que le pôle positif est relié au filament, *rien ne passe plus*.

Donc l'appareil forme « soupape » ou « clapet » ne laissant passer le courant de la pile que quand son pôle positif est relié à la plaque et le pôle négatif au filament; tout ceci dans le vide, bien entendu. Ce phénomène connu sous le nom d'effet Edison a permis de donner le nom de *valve* à l'appareil et de s'en servir pour « trier » des courants alternatifs.

Si l'on remplace en effet la pile E par une source ou une machine produisant des courants alternatifs,

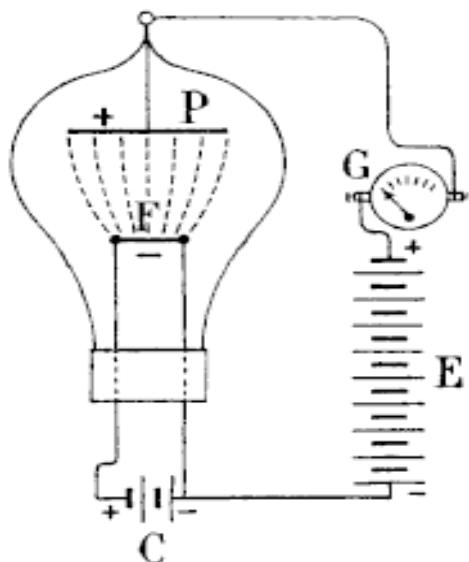


Fig. 28. — Schéma de la valve de Fleming.

seuls circuleront ceux qui rendent la plaque positive, on pourra donc sélectionner ces courants et s'en servir par exemple pour charger des accumulateurs (1), mais tel n'est pas actuellement notre but.

Pour expliquer ce phénomène, étrange pour ceux qui l'observèrent pour la première fois (c'est Fleming, physicien anglais, qui réalisa le triage des courants alternatifs par ce montage découvert par Edison), il a fallu avoir recours aux théories modernes de l'électricité.

On suppose (et beaucoup de faits confirment cette hypothèse) que du filament incandescent s'échappent des corpuscules très petits ou *électrons* chargés d'électricité négative. Ces particules négatives sont attirées par la plaque, quand la pile est montée avec son positif à la plaque et son négatif au filament de la même manière que le pôle *nord* d'un aimant attire le pôle *sud* d'un autre aimant.

La chose est tellement vraie que si l'on inverse les pôles de la pile, la plaque devient négative et repousse les particules négatives émises par le filament de la même manière que deux pôles du même nom d'un aimant se repoussent. Dans le premier cas, les particules négatives étant « pompées » par la plaque, le courant de la pile circulera, et dans l'autre cas les particules étant repoussées, rien ne passera, le galvanomètre restera au zéro et c'est bien ce que l'on constate.

Ces propriétés ne s'observent que dans un vide assez poussé et seulement lorsque le filament est incandescent. Du reste, l'émission des particules

(1) Voyez *les Accumulateurs électriques*, p. 130, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

négatives dépend beaucoup du degré d'incandescence du filament, il ne faudrait pas que le filament soit à peine rouge, il ne doit pas non plus être trop « poussé », car il ne durerait pas longtemps. Les constructeurs ont su choisir du reste un juste milieu.

Lampe à trois électrodes. — Reprenons maintenant la même lampe et supposons que nous puissions disposer à l'intérieur une grille G en fils de nickel *entre le filament et la plaque*. Cette grille sera soutenue par une colonne HH' sortant de l'ampoule à côté des fils allant au filament (1), mais ne les touchant pas. Bien entendu faisons un bon vide dans l'ampoule, c'est-à-dire enlevons bien l'air. Si nous portons le filament à l'incandescence comme précédemment et si nous réalisons le montage de la figure 29, nous constatons que la présence de la grille, isolée à ce moment, ne change rien au résultat, c'est-à-dire qu'il passe du courant quand la plaque est positive, mais qu'il n'en passe plus si elle est négative, c'est-à-dire si l'on inverse les pôles de la pile E. Mais tandis que le montage normal est réalisé, c'est-à-dire avec une plaque positive et un filament incandescent, essayons de rendre la grille G *positive* elle aussi à l'aide d'une pile 2 (à gauche) composée de moins d'éléments que la pile E.

La grille étant *positive* et étant placée sur le trajet des électrons allant à la plaque va *favoriser* le passage de ceux-ci, puisqu'elle est plus rapprochée du filament que ne l'est la plaque et cette dernière sera atteinte par une *foule d'électrons*. Le résultat sera

(1) C'est à DE FOREST que l'on doit la réalisation, en 1908, de la lampe à trois électrodes du type ci-dessus.

une augmentation de l'intensité du courant qu'accusera immédiatement le galvanomètre G.

Si on rend au contraire la grille *négative* en la reliant à la pile 1, elle va repousser les électrons qui vont rebrousser chemin (comme précédemment lorsque la plaque était négative), c'est-à-dire qu'elle

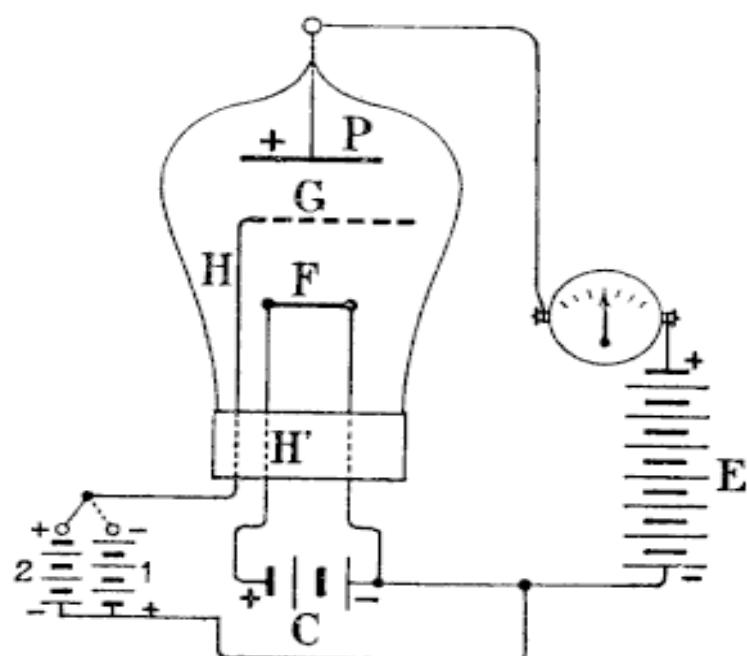


Fig. 29. — Schéma du montage de la lampe à trois électrodes.

les neutralisera en tout ou en partie et le courant de plaque indiqué par le galvanomètre G sera notablement diminué, il pourra même s'annuler complètement. Donc, en faisant simplement varier la polarité ou la tension de la grille, on fera varier dans une proportion *beaucoup plus grande* le courant de plaque.

L'appareil se comporte donc comme un relais ou un robinet pour le courant partant de la pile E à

action extrêmement rapide et sans inertie. C'est aussi pour le courant électrique un vrai verre grossissant, et comme en optique dans les lunettes, on pourra en grouper 2, 3, ou davantage, c'est ce que l'on réalise dans les blocs amplificateurs.

Dans les lampes actuelles, la plaque est constituée généralement par un tube de nickel de courte longueur, et dans d'autres par une petite plaque carrée en nickel. L'électrode chauffée, appelée filament, se compose soit d'un fil de tungstène, soit d'une bande de platine revêtue d'oxydes spéciaux, choisis d'après leur aptitude à émettre de grandes quantités d'électrons lorsqu'ils sont chauffés. La troisième électrode, que l'on porte à un potentiel négatif et qui arrête en partie le courant électronique appelée « grille », est interposée entre la plaque et le filament et consiste en un fil de nickel tendu en zigzag sur un petit cadre ou enroulé en spirale dans le cas de lampes à plaques cylindriques.

Supposons maintenant que l'on désire amplifier le faible courant alternatif provenant de la reproduction de la parole ou de la musique. On appliquera ce courant à *la grille* de telle sorte que la tension négative de cette dernière varie proportionnellement aux oscillations du courant sonore. Il en résultera que le courant électronique, ou courant de plaque comme on l'appelle généralement, variera précisément comme le courant vocal appliqué à la grille. La seule différence entre ces deux courants est que le courant de plaque sera beaucoup plus intense que le courant vocal primitif. Comme il est impossible de tirer d'une seule lampe toute l'amplification nécessaire, on utilise plusieurs qui augmentent graduellement la puissance, la *plaque* de l'une étant reliée à la *grille*

de la suivante par des connexions appropriées.

Les valeurs fixées pour le courant filament et la tension plaque sont celles qui permettent le fonctionnement le plus économique des lampes pour une plus grande durée. Les valeurs spécifiées pour les courants de filament ne doivent pas être dépassées, car cela abrégerait la vie des lampes sans augmentation de leur émission électronique. Lorsqu'un filament approche de la fin de sa vie, il se produit sur ce filament un point faible qui brille plus vivement que le reste. Toute lampe qui présente ce symptôme doit être remplacée par une nouvelle identique comme constantes. Une valeur trop faible du courant de filament n'est pas nuisible à la lampe, mais dans ce cas le système ne fournit plus la quantité de son nécessaire et la qualité est amoindrie. On doit donc toujours régler le courant de filament à sa valeur appropriée.

Nous donnons ici (fig. 30 et fig. 31) deux schémas d'amplificateurs à 4 étages choisis parmi ceux les plus généralement employés (1), l'un à résistances (fig. 30) convient aux appareils d'enregistrement qui sont souvent mobiles; il est alimenté par des piles pour la tension de plaque et par des accumulateurs pour le chauffage des filaments; l'autre avec des transformateurs (fig. 31) et avec son dernier étage monté en « *push-pull* » (2) est du type de ceux utilisés pour alimenter les haut-parleurs des appareils de

(1) On trouvera dans *le Traité complet de T. S. F. et ses montages*, de M. MOREL, librairie GARNIER FRÈRES, toutes les indications nécessaires sur les amplificateurs.

(2) Expression anglaise se traduisant littéralement par « qui pousse et qui tire »; en réalité, l'image à laquelle on peut rattacher ce montage serait plutôt celle d'un « *montage en balance* » ou en *opposition de phases*.

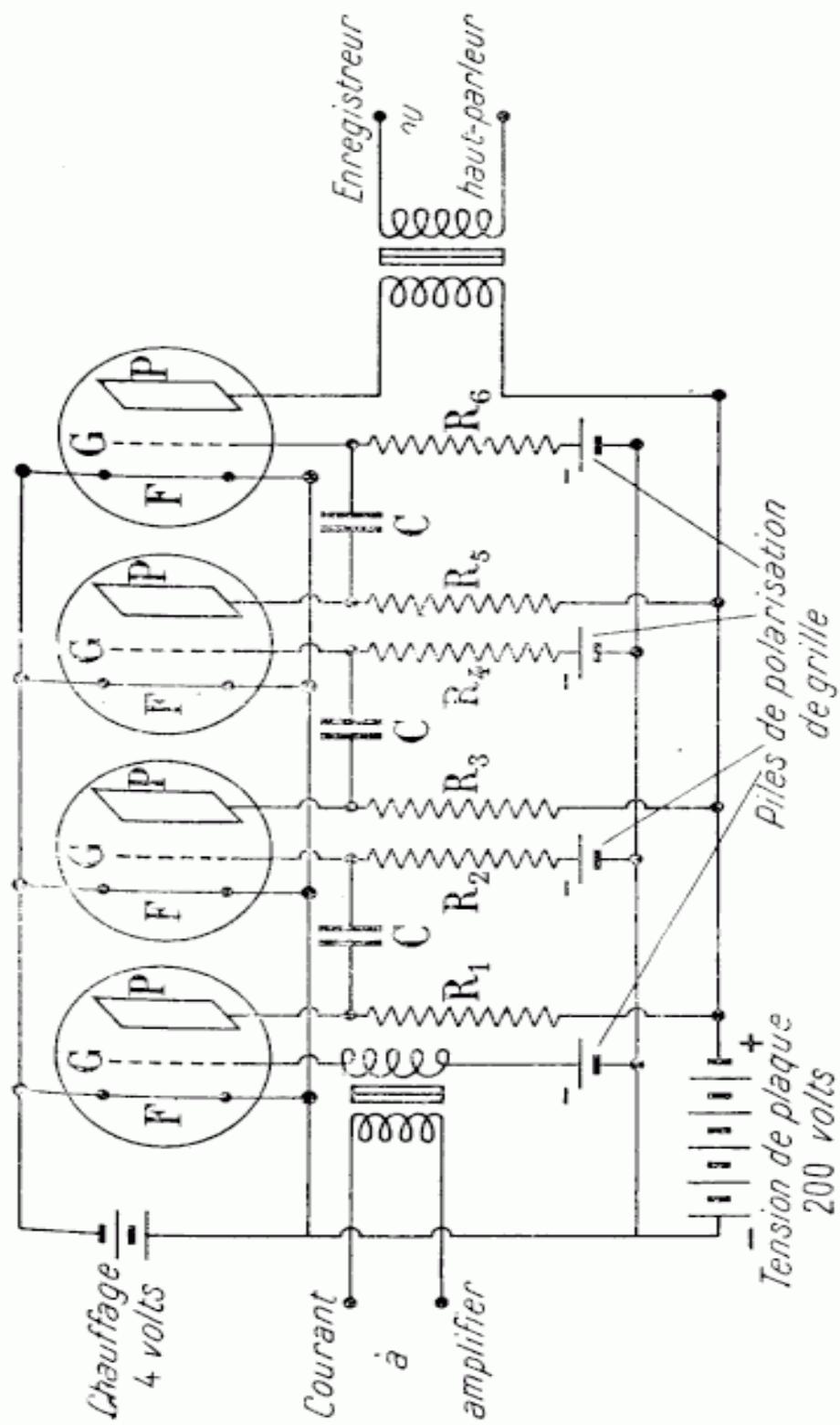


Fig. 30. — Amplificateur à 4 étages à résistances.

reproduction sonore (page 207). Dans l'un et l'autre montage, il est facile de voir que le circuit de plaque

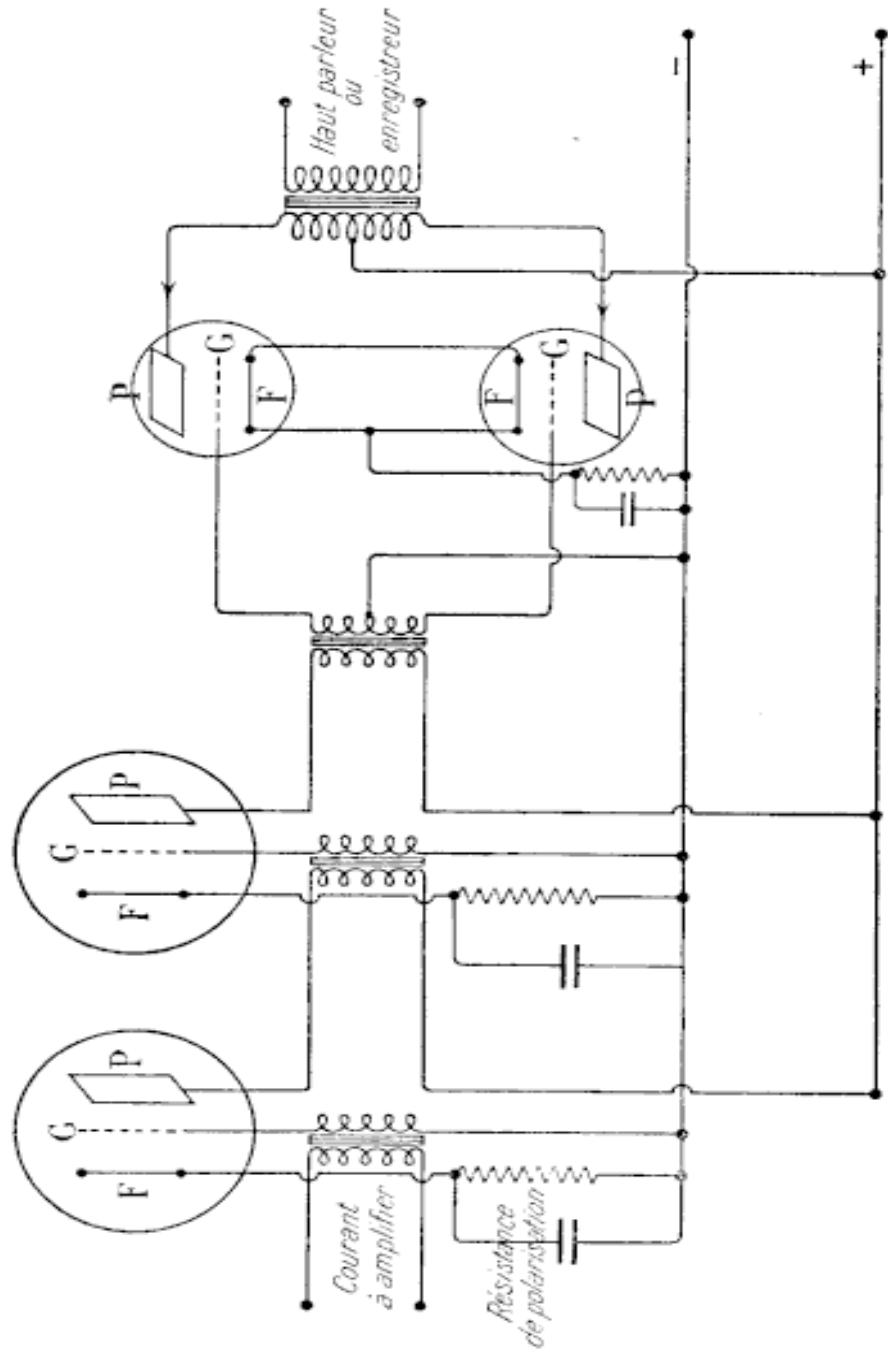


Fig. 31. — Schéma d'un amplificateur par transformateur, dernier étage avec lampes en opposition de phases ou en *push-pull*.

de la première lampe actionne le circuit de grille de la suivante, et ainsi de suite.

Dans le premier montage à résistances, on a indiqué les différentes sources de courant employées, savoir une batterie d'accumulateurs de 4 volts pour le chauffage des filaments (en haut et à gauche); la batterie fournissant aux circuits de plaque une tension constante (en bas et à gauche) et enfin des piles donnant les tensions de polarisation des grilles à travers les résistances R_2 R_4 R_6 , les résistances R_5 R_3 R_1 étant dans le circuit reliant les plaques au pôle positif de la batterie de plaque.

Dans le deuxième montage avec transformateurs en usage sur les appareils de reproduction sonore, les différentes tension de plaque, de polarisation de grille qui exigent du courant continu sont fournies par un appareil de redressement comme nous allons le voir.

Alimentation des amplificateurs. — Les filaments des lampes à trois électrodes étaient jadis portés à l'incandescence par le courant provenant de batteries d'accumulateurs. Aujourd'hui, dans les cabines sonores de cinéma comme en T. S. F., on emploie des lampes à *chauffage indirect* par le courant alternatif du réseau. Le chauffage direct, c'est-à-dire l'incandescence du filament par le courant alternatif, sans précautions spéciales, donne lieu en effet à un ronflement insupportable dans les haut-parleurs qui fait l'effet d'un roulement de tambour. Pour l'éviter on utilise le plus souvent l'incandescence du filament pour chauffer un tube de nickel qui l'entoure (1) garni d'oxydes de métaux spéciaux, lesquels à une certaine température produisent l'émission

1. Dont il est isolé par un tube de magnésie.

continue d'électrons nécessaire au fonctionnement normal des lampes à trois électrodes. De cette façon le courant alternatif chauffe le tube comme il chauffe un fer à repasser et c'est le tube qui émet les électrons.

Dans certains appareils on arrive cependant à utiliser les lampes ordinaires à trois électrodes et à en porter le filament à l'incandescence par les courants alternatifs en reliant les circuits d'amplification *au milieu* de l'enroulement ou point neutre du transformateur, ce qui évite les ronflements.

Transformateur pour l'alimentation directe des amplificateurs. — Les premiers appareils de T. S. F. comme les premiers amplificateurs en usage dans les cabines de cinéma sonore utilisaient comme source de courant des accumulateurs répartis en deux batteries : une batterie de deux ou trois gros éléments pour le chauffage des filaments et une batterie constituée par un grand nombre de petits éléments pour fournir les tensions de plaques ou de polarisation de grilles.

Le gros inconvénient de ces batteries était leur recharge, car si elle n'était pas assurée régulièrement on courait le risque d'avoir une diminution régulière du son et finalement sa suppression. On y a remédié dans les cinémas en doublant les batteries de façon à en avoir toujours une chargée en réserve en cas de panne de celle en service, mais en somme cela ne valait pas la marche directe sur le réseau général de distribution du courant à laquelle on est arrivé peu à peu partout aujourd'hui.

L'alimentation directe sur les réseaux a été étudiée pour s'adapter à des réseaux à courants alternatifs

monophasés, diphasés ou triphasés que l'on rencontre partout aujourd'hui (1).

Les appareils d'alimentation directe se ramènent presque tous au dispositif suivant :

Un transformateur (fig. 32) reçoit dans son primaire A B le courant alternatif du réseau. (Sur courant monophasé il sera relié aux deux fils, ou à deux

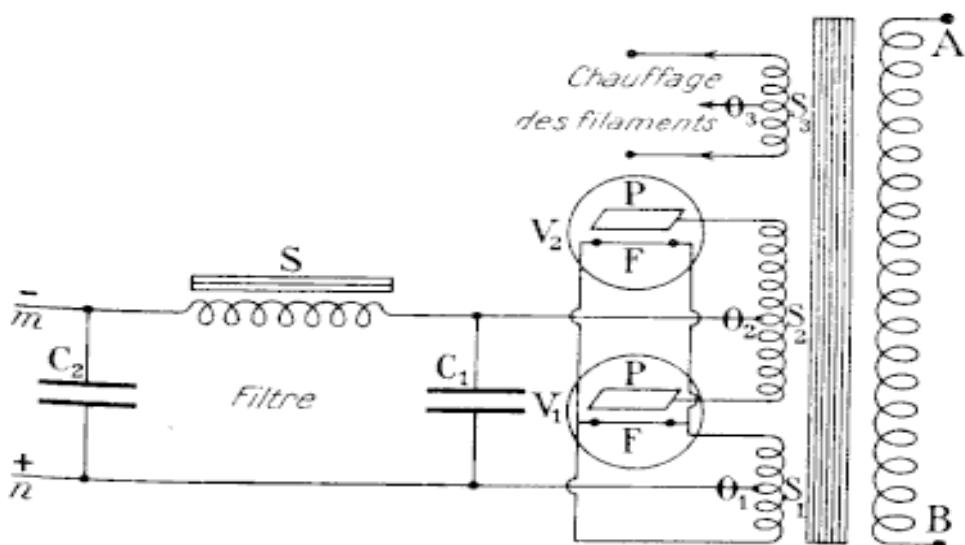


Fig. 32. — Schéma d'un bloc de redressement fournitant le courant continu et les courants alternatifs aux amplificateurs.

des quatre fils d'un système diphasé ou enfin à deux des trois fils d'un réseau triphasé. Dans ces deux derniers cas, on le branche souvent entre un fil de phase et le fil neutre.)

Ce transformateur à circuit magnétique fermé comporte trois enroulements secondaires :

(1) Si l'on ne dispose que de courant continu on utilise une commutatrice qui, en recevant le courant continu par son collecteur, tourne en moteur et fournit par ses bagues le courant alternatif nécessaire. Voir à ce sujet, *Les Installations électriques*, GARNIER FRÈRES, page 241 de la 12^e édition.

Le premier enroulement secondaire S_1 fournit le courant nécessaire au chauffage des filaments de deux valves V_1 , V_2 (rappelons que ces valves utilisant le principe de Fleming (p. 51) sont constituées par des ampoules en verre dans lesquelles on a fait le vide comme dans des lampes à incandescence et qui contiennent chacune une plaque P . On sait que quand on applique une tension entre la plaque et le filament, le courant ne passe que si la plaque est positive).

Le deuxième enroulement secondaire S_2 communique par ses extrémités avec les deux plaques PP des valves V_1 et V_2 . Il est facile de voir qu'entre les points *milieux* des enroulements secondaires S_1 et S_2 on recueillera non pas tout à fait du courant continu, mais un courant *pulsatoire* toujours de même sens.

En effet, prenons la valve V_1 , nous savons que lorsque sa plaque sera positive un courant circulera à son intérieur; or, le transformateur à laquelle elle est reliée lui envoie des courants alternatifs se renversant 50 fois par seconde, c'est-à-dire que 50 fois par seconde la plaque sera positive et c'est précisément pendant ce cinquantième de seconde qu'elle laissera passer du courant, en faisant bouchon ou clapet sitôt que le courant se renversant, elle sera négative.

De même pour la valve V_2 , mais on remarquera que ces deux valves V_1 et V_2 fonctionnent alternativement, ainsi quand la plaque P de la valve V_1 sera *positive*, seule la valve V_1 laissera passer le courant puisque à cet instant la plaque P de la valve V_2 , reliée à l'autre extrémité de l'enroulement secondaire du transformateur est *négative*. Puis

quand le courant se sera renversé, ce sera au tour de la valve V_2 d'avoir sa plaque positive, tandis que la plaque de la valve V_1 sera négative.

Pour utiliser ces pulsations de courant, allant des plaques aux filaments, il suffira de les cueillir sur le point milieu O_2 de l'enroulement secondaire S_2 d'où elles émanent ; le circuit se complétant par les filaments des deux valves, c'est-à-dire par le point O_1 milieu de l'enroulement secondaire S_1 du transformateur qui les alimente.

Filtre. — Ce courant pulsatoire et toujours de même sens produirait dans les haut-parleurs ou les écouteurs un ronflement extrêmement désagréable que l'on atténue ou que l'on supprime en intercalant un *filtre*.

Pour rendre le courant continu, on réalise ici sous une autre forme ce que l'on fait en mécanique pour régulariser un mouvement. Nous savons tous, en effet, que pour obtenir d'une machine à vapeur à piston un mouvement régulier et encore mieux d'un moteur à gaz, on met sur l'arbre un *lourd volant*. En électricité, c'est la même chose, sauf que le volant est remplacé par son équivalent, c'est-à-dire par une *self-induction* (1) (que nous appellerons une *auto-inductance* pour être plus conforme avec le langage scientifique). Cette inductance sera constituée par une bobine sur laquelle on a enroulé beaucoup de spires de fil de cuivre isolé avec dans son axe un noyau de fer. (Quelquefois cette inductance est constituée par

(1) On doit éviter de dire « *self* » tout court pour *self-induction* car ce mot tout seul signifiant *soi-même* ne correspond à rien en électricité. Il vaut mieux dire *auto-induction* ou *auto-inductance* pour la même raison qu'on dit « *auto-excitation* » en parlant d'une dynamo.

la bobine d'excitation d'un haut-parleur électrodynamique, voir page 211.) Mais ce ne serait pas suffisant et les ronronnements subsisteraient encore, quoique très atténus, si l'on ne mettait pas en avant et en arrière de la bobine d'inductance des condensateurs C_1 et C_2 . Ces appareils « boivent » en quelque sorte les oscillations (1), si bien qu'à la sortie entre m et n on a un courant tout à fait continu qui servira à alimenter les plaques des lampes amplificatrices (2).

Le chauffage de ces mêmes lampes étant du type indirect (c'est-à-dire que le filament porté à l'incandescence par le courant chauffe un tube qui l'entoure, mais dont il est isolé et sur lequel des oxydes spéciaux facilitant l'émission des électrons ont été déposés) pourra être obtenu par du courant alternatif puisé sur le transformateur ci-dessus à l'aide d'un troisième secondaire qui n'offre alors rien de particulier.

Cependant, certaines lampes utilisant des filaments chauffés directement par le courant alternatif, on a été conduit, pour éviter les ronflements, à prendre pour l'amplification le contact sur le milieu du filament et comme ce point milieu est presque inaccessible ou aurait nécessité un fil de sortie supplémentaire, on prend le contact sur le point O_3 sur le transformateur au milieu de l'enroulement de chauffage, c'est pourquoi on l'a fait figurer sur le schéma.

(1) Aux condensateurs correspondent en mécanique les *ressorts*, qui absorbent les chocs.

(2) Avec ce montage, on ne devra pas perdre de vue que si la tension du courant continu entre m et n doit être de 500 volts par exemple, le secondaire S_2 devra donner 1000 volts parce qu'il n'y a qu'une de ses moitiés qui fournit la tension de 500 volts entre m et n suivant que c'est la valve V_1 ou V_2 qui est ouverte.

Redressement par valves rectox, cuproxide, etc. — Les valves genre Fleming, quoique très employées, ne représentent pas les seuls systèmes de redressement statiques en usage dans les appareils amplificateurs de T. S. F. ou de cinémas parlants. Depuis quelques années on rencontre en effet des valves dites « rectox, cuproxide, etc. » qui sont constituées en principe par un empilage de rondelles de cuivre oxydées sur une face d'une façon toute spéciale et fortement serrées contre une rondelle de plomb ou d'un autre métal. Avec une colonne de ces rondelles, faisant ressembler l'ensemble à une pile de Volta, on constate qu'à froid le courant ne passe que dans un seul sens, comme dans la valve de Fleming. Si donc on intercale une telle colonne dans un circuit relié à un transformateur de courants alternatifs, le courant ne passera que dans un seul sens seulement et le problème de la valve sera résolu par un autre moyen qui a l'avantage de ne nécessiter aucun courant de chauffage. Il faut même que l'appareil ne chauffe pas, car à une certaine température il pourrait perdre ses propriétés, voilà pourquoi on munit les rondelles d'ailettes qui les font ressembler à un radiateur. Hâtons-nous de dire que tous ces appareils ne conviennent jusqu'à présent qu'à de très petites puissances.

CHAPITRE IV

Les procédés d'enregistrement.

Emploi des disques de cire. — Lors des premiers essais de cinéma parlant effectués en 1902, devant la *Société française de photographie*, par M. Léon GAUMONT (1), il fut fait usage d'un phonographe dont le moteur était maintenu électriquement en synchronisme (2) avec le moteur actionnant l'appareil cinématographique de projection, mais seule, l'absence d'amplificateurs électriques à cette époque n'avait pas permis d'obtenir les résultats que l'on connaît aujourd'hui.

Grâce à l'invention de la lampe triode qui a permis de multiplier par 100, 1000 et bien davantage encore le courant sorti des microphones, il a été possible d'enregistrer à distance électriquement sur des disques de cire la voix des artistes.

Le procédé qui vient tout de suite à l'esprit consiste à disposer une aiguille sur la membrane d'un téléphone recevant à travers un amplificateur les

(1) Voir *l'Histoire du Cinématographe*, par MICHEL COISSAC, chapitre VI, pages 328 à 345. Édité par le *Cinéopse*, à Paris.

(2) Au moyen de 3 bagues, les moteurs n'étant autres que de petites commutatrices alimentées en courant continu par (fig. 50) leur collecteur et dont les bagues étaient reliées ensemble par 3 fils.

courants variables du ou des microphones et de faire gratter cette aiguille sur un disque de cire vierge. On peut évidemment opérer ainsi, mais on a préféré adapter en quelque sorte le récepteur téléphonique à ces nouvelles fonctions et on en a fait le « *pick-up* » (expression anglaise qui se traduit littéralement par « qui cueille en haut »). En réalité cette expression s'applique surtout à l'appareil producteur, c'est-à-dire à celui qui « cueille » sur les disques enregistrés les sinuosités représentant les sons et les transforme en courants électriques.

En principe, cet appareil se compose d'un aimant permanent en fer à cheval NS, entre les pôles duquel peut se déplacer une palette P en fer doux, pivotée à son centre comme une aiguille d'une boussole et pourvue à l'une de ses extrémités d'une pointe en acier.

Autour de la palette, mais sans la toucher, se trouve une bobine B en fil de cuivre très fin, émaillé, qui communiquera avec les amplificateurs.

On reconnaît ici le relais polarisé ou même la sonnerie polarisée (1) en usage sur les réseaux téléphoniques et l'on sait que dans ces relais ou ces sonneries la palette va et vient entre les pôles de

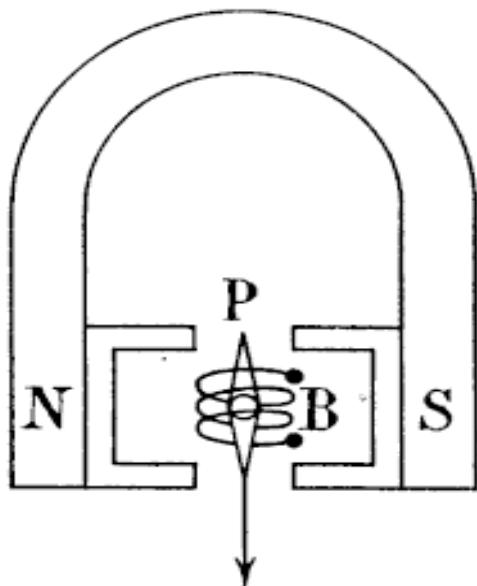


Fig. 33. — Principe du fonctionnement d'un enregistreur électrique sur disques.

(1) Voyez *La Téléphonie privée*, GARNIER FRÈRES, éditeurs, page 35, figure 19.

l'aimant lorsqu'un courant alternatif traverse les bobines.

Mais pour tracer un sillon dans la cire même molle, il faut des efforts plus grands que dans une sonnerie pour taper sur des timbres, la *résistance* offerte par

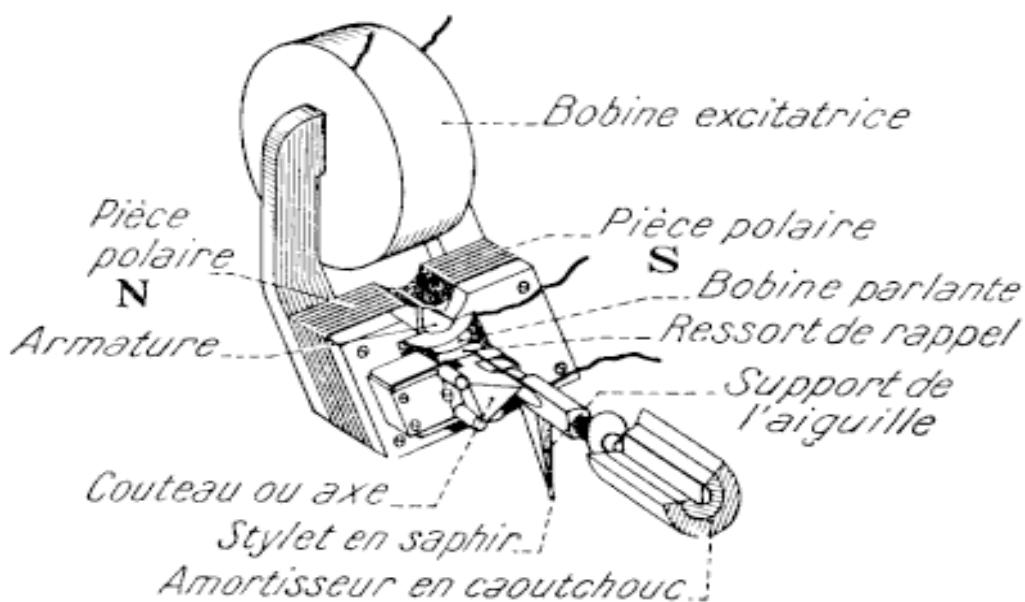


Fig. 34. — Vue générale d'un inscripteur électrique à aiguille sur disques de cire.

la cire au stylet risque d'*amortir* complètement la vibration.

On a été conduit d'abord à amplifier le courant provenant des microphones dans les amplificateurs décrits précédemment et ensuite à remplacer dans les appareils inscripteurs les aimants par des électro-aimants qui permettent d'avoir des champs magnétiques beaucoup plus intenses. Dans ces conditions, l'appareil inscripteur sur disques se présente sous une forme telle que celle de la figure 34, dans laquelle on voit une grosse bobine constituant l'enroulement de l'électro-aimant qui enserre entre ses pôles (déve-

loppés sous forme d'une boîte carrée en fer doux) la palette de fer doux. Cette dernière appuie sur un couteau visible en son centre, devant la boîte, comme un fléau de balance et porte un stylet en saphir sur sa partie avant. Une petite bobine logée dans la boîte autour de la partie arrière de la palette, mais ne la touchant pas a pour effet de l'envoyer à droite ou à gauche suivant les variations de courant qu'elle reçoit des amplificateurs.

On remarquera à l'extrémité de la palette un manchon ou une gaine de caoutchouc qui joue le rôle très important d'amortisseur. Cette gaine laisse vibrer la palette sous l'effet des courants qui traversent la petite bobine, mais elle empêche ces vibrations de se continuer lorsque le courant qui les produit a cessé.

Les disques de cire sur lesquels se fait l'inscription sonore sous forme de sinuosités à peine visibles sont entraînés par un moteur à la vitesse de 33 tours seulement par minute, au lieu de 80 tours par minute qui est la vitesse habituelle des disques de phonographe. Il est vrai de dire que leur diamètre est beaucoup plus grand. Dans ces conditions, il devient possible d'enregistrer sur un disque la partie sonore correspondant à une bobine de film soit 200 mètres environ.

La vitesse de déplacement du sillon par rapport à l'aiguille est de 20 mètres environ par minute pour le sillon central, alors qu'elle est de 35 à 60 mètres par minute pour les disques des phonographes du commerce. Il ne faut pas oublier que dans les cinémas l'inscription se fait du *centre* vers la *périmétrie* et que le chemin parcouru par minute au début est plus court qu'à la fin du disque, il en est de même du reste à la reproduction.

Le stylet dont la figure 70 représente la coupe grossie forme un angle de 87° dans sa partie pointue, l'extrémité qui à l'œil paraît une pointe est en réalité arrondie suivant une sphère de 7 centièmes de millimètre de diamètre.

On aura une idée de la finesse des ondulations

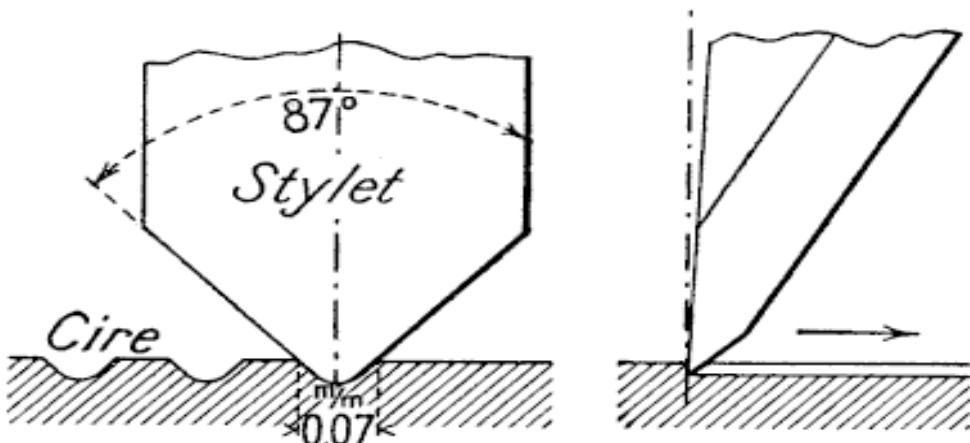


Fig. 35. — Pointe d'un stylet grossie traçant un sillon dans la cire.

tracées sur le disque quand on saura que pour la fréquence 5000, la courbe représentant *une période* n'a guère comme longueur qu'un dixième de millimètre environ.

Un des grands inconvénients du disque est de ne pouvoir reproduire facilement les notes très basses représentées par des courbes de faible amplitude ou des notes très élevées parce que la pointe de l'aiguille d'un diamètre trop grand ne peut suivre les courbes correspondantes trop resserrées.

On a pu cependant perfectionner cet enregistrement en cherchant à rendre constante la vitesse du sillon devant l'aiguille, mais il y a encore d'autres ennuis résultant du *bruit de fond* ou bruit de grattement de l'aiguille dans le sillon, ce bruit est

d'autant plus accentué que la pression verticale de l'aiguille contre le fond du sillon est plus élevée. Ces disques, il est à peine besoin de le dire, s'usent rapidement et doivent être remplacés après 5 à 6 passages de l'aiguille. Rappelons que leur reproduction à plusieurs exemplaires est identique à celle des disques de phonographe, elle consiste à faire déposer du cuivre par galvanoplastie sur le disque de cire comportant l'inscription première, et dans ce moule solide, on coule et l'on comprime à la presse hydraulique la cire noire brillante bien connue, comme on le fait pour les disques de phonographes.

Ajoutons à ces inconvénients d'ordre général ceux particuliers pour les opérateurs des cabines de projection. Avant toute projection, ils doivent après avoir introduit dans le carter supérieur de leur lanterne le film à projeter comme d'habitude, installer le disque sonore correspondant sur la table à disque placée à côté et faire le départ simultané de la bande photographique et du disque grâce à des repères convenablement placés. Si ce départ est mal fait, il y a absence de synchronisme tant que dure le disque, ce qui produit un effet déplorable sur les spectateurs. Enfin, il n'est pas rare de voir l'aiguille *dérailler* en pleine marche, surtout si le disque est un peu usé et alors adieu le synchronisme, il faut tout recommencer. Toutes ces raisons ont contribué à la suppression de l'enregistrement sur disque, sauf dans certains studios où l'on s'en sert encore pour doubler l'enregistrement optique afin de pouvoir contrôler cette opération rien qu'en faisant repasser le disque fraîchement enregistré comme le faisait autrefois Edison avec son phonographe, une telle reproduction ne pouvant être faite tout au plus qu'une fois.

II. Enregistrement sur film. — Nous avons vu dans l'introduction au début de cet ouvrage que

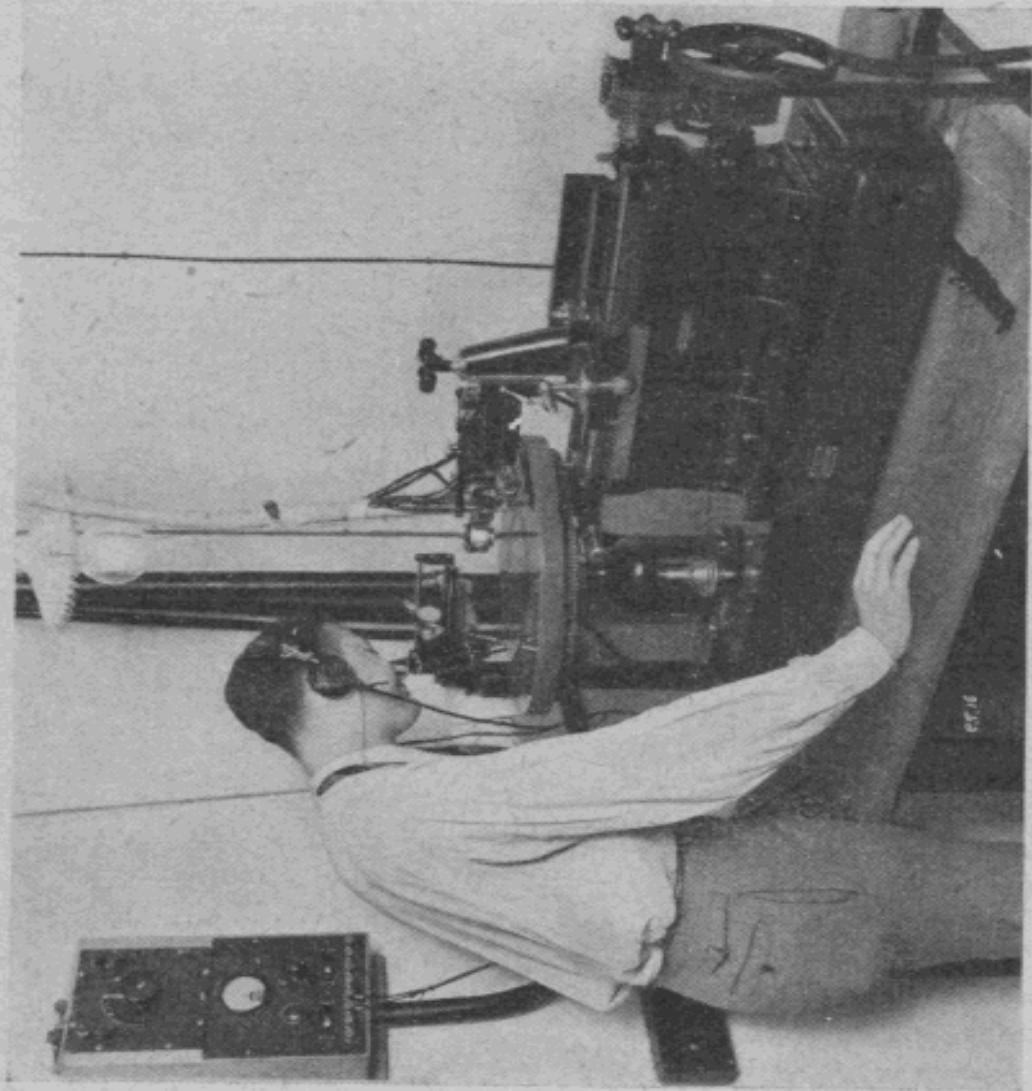


Fig. 36. — Vue d'ensemble d'un appareil d'enregistrement sur disques. L'opérateur écoute les sons enregistrés et surveille la taille de la cire au microscope.

l'on enregistrait actuellement les sons sur films par quatre moyens différents :

- 1^o Par oscillograph, genre Blondel (procédés R. C. A. et Radio-Cinéma en France);
- 2^o Par lampe à lueur (procédé Movietone);

3^o Par galvanomètre à cordes (procédé Western-Electric);

4^o Par cellule de Kerr (procédé Tobis, Klangfilm)

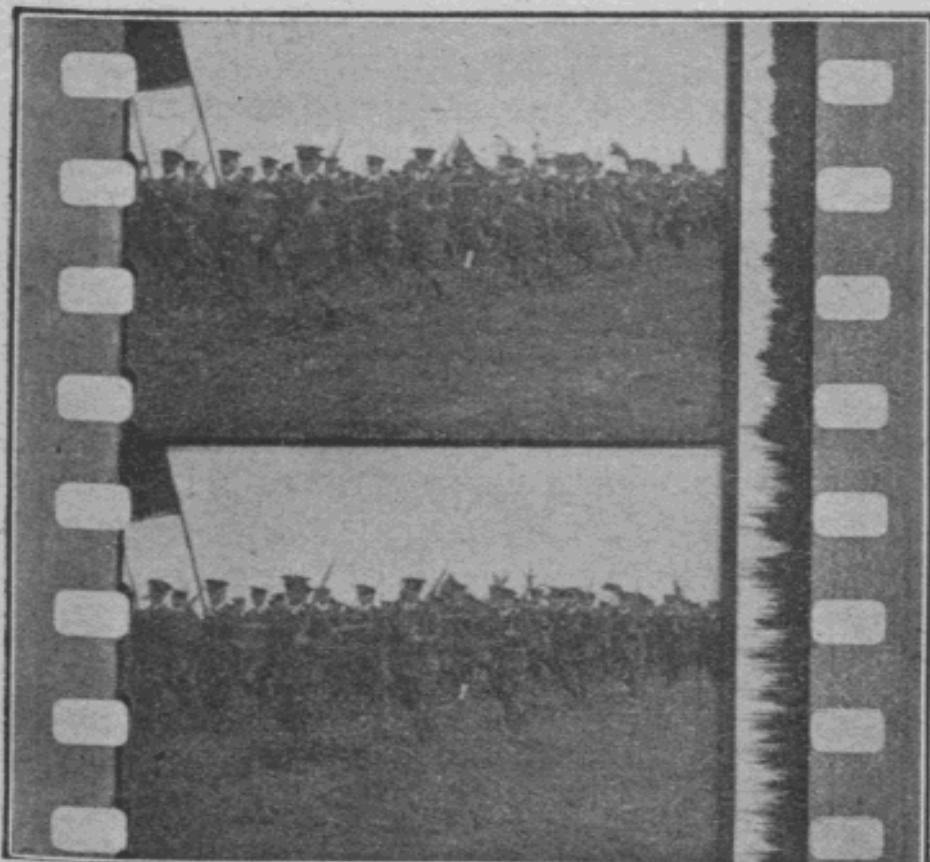


Fig. 37. — Fragment de film agrandi montrant la piste sonore à densité constante.

Dans chaque cas, il s'agit de tracer l'image de la parole ou du son sur un petit chemin réservé sur le film à côté des images, n'ayant que 1,8 mm. de largeur et que l'on appelle la *piste sonore*.

Dans le premier cas, l'enregistrement se fait à *densité constante*, c'est-à-dire en dentelures noires sur fond blanc (fig. 37); dans les trois autres, on réalise l'enregistrement à *densité variable*, c'est-à-dire en

teintes fondues pouvant aller du gris foncé au gris très clair en passant par toutes les teintes intermédiaires de gris (fig. 44).

Sans chercher à prendre parti dans les discussions engagées sur les avantages et les inconvénients des divers procédés, nous les décrirons successivement, persuadé qu'une longue pratique finira un jour par les départager. Pour le moment, on emploie les deux procédés, les films qui les comportent pouvant être passés sans grandes difficultés dans n'importe quel bon appareil de reproduction, seul leur enregistrement diffère.

a) Enregistrement à densité constante par l'oscillograph. — Un savant français, M. BLONDEL, a imaginé il y a déjà fort longtemps un appareil destiné à enregistrer les courbes des courants alternatifs qu'il a appelé *oscillograph*. Il s'agissait à l'époque de faire inscrire par cet appareil sur du papier photographique se déplaçant dans une chambre noire, les courbes des courants alternatifs industriels et de leurs harmoniques, c'est-à-dire des courbes ressemblant beaucoup à celles fournies par les sons (voir p. 29). Il était donc naturel que pour enregistrer la voix ou la musique sur une pellicule sensible, on ait songé à prendre cet appareil qui était tout indiqué et il est de fait que les oscillographes que l'on trouve aujourd'hui dans les centres d'enregistrement cinématographiques sont des reproductions de l'oscillograph de Blondel. Cet instrument était si bien conçu à l'origine, qu'on n'a pu lui apporter que des modifications insignifiantes pour l'adapter à l'enregistrement cinématographique.

La Société américaine R. C. A. (Radio-Corporation

of America) représentée en France par les établissements Pathé, universellement connus aujourd'hui, emploie un oscillograph (fig. 38, 39) formé de deux fils en un bronze spécial, extrêmement fins puisque leur diamètre est de 0,0125 mm. (soit un peu plus d'un centième de millimètre); ces deux fils sont tendus entre deux supports en ivoire *St* ressemblant à ceux qui soutiennent les cordes d'un violon, ces supports étant à 11 centimètres l'un de l'autre environ. L'écartement entre les deux fils est de 1 demi-millimètre environ, à tel point qu'ils ont l'air de se toucher, au milieu on a collé à la gomme laque sur les deux fils un tout petit miroir, qui a à peine 1 demi-millimètre de largeur.

Les deux fils se rejoignent à une de leurs extrémités sur une poulie en ivoire *E* montée à ressort et aboutissent par leurs autres extrémités à deux bornes fixées sur le support général de l'ensemble. Si l'on place ce système dans un champ magnétique *NS*, le plan des fils étant parallèle aux lignes de force de ce champ, on constate que le miroir tourne dès qu'on fait passer un courant dans les fils.

La chose s'explique facilement en quelques mots, les deux fils réunis par l'une de leurs extrémités forment une boucle et quand un courant circule dans cette boucle, il tend à orienter la boucle pour qu'elle

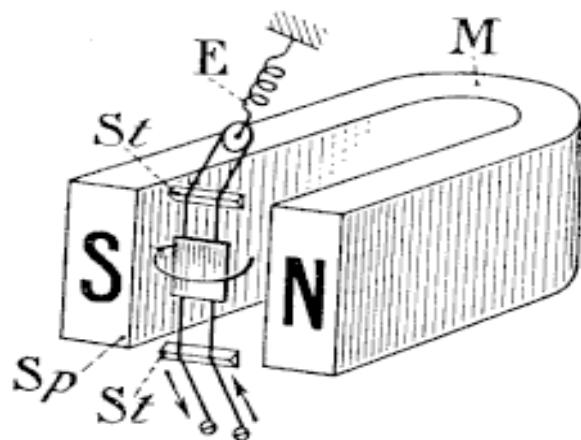


Fig. 38. — Principe de l'oscillograph.

soit traversée par les lignes de force du champ magnétique, c'est le principe du galvanomètre à *cadre mobile* (1) ou même celui des *moteurs électriques* (2).

Si l'on envoie sur le miroir un faisceau lumineux parallèle, il se réfléchira et quand le miroir tournera

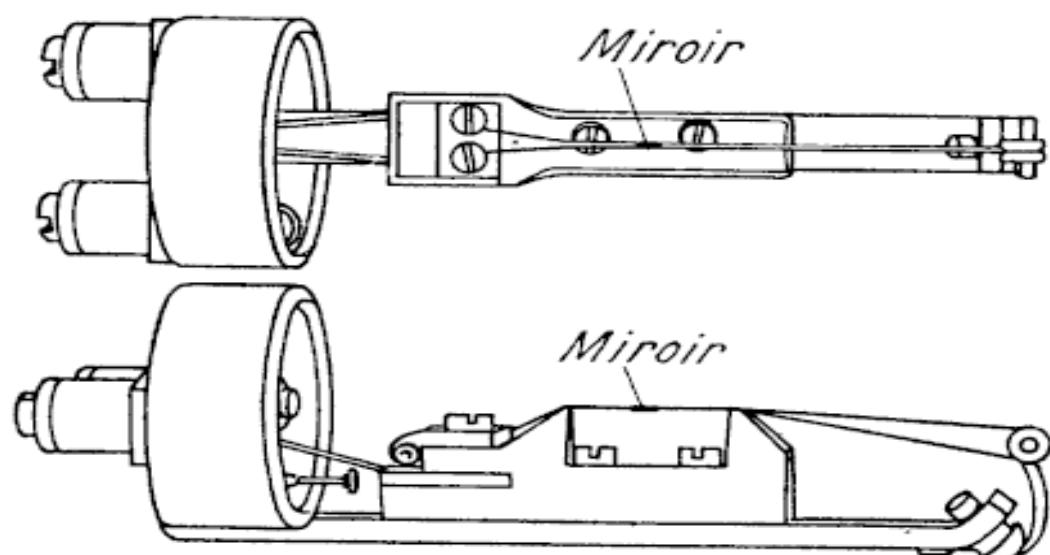


Fig. 39. — Équipage oscillographique avec son miroir minuscule.

le faisceau réfléchi tournera d'un angle *double* de celui du miroir (c'est une des lois fondamentales de l'optique, facile à démontrer du reste).

Ce rayon réfléchi est envoyé sur une pellicule sensible qui se déplace dans une chambre noire et l'on conçoit que partout où le faisceau lumineux a rencontré la partie sensible de la pellicule, il l'impressionnera et au développement, on constatera son passage par un tracé *noir* sur fond blanc.

Dans ces conditions, si l'on relie l'oscillograph

(1) Voyez *Les Installations électriques et les mesures électriques*, p. 135, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

(2) *Les Moteurs électriques*, GARNIER FRÈRES, éditeurs, page 2.

aux microphones à travers les amplificateurs dont on réglera à volonté le pouvoir d'amplification, on comprend qu'il sera possible d'inscrire sous forme de dentelures correspondant aux variations de courant envoyées par les microphones la parole ou les sons émis devant ces appareils.

Voilà pour le principe, en réalité un tel système doit remplir plusieurs conditions pour réaliser un enregistrement fidèle.

Amortissement. — Tout d'abord il doit être *amorti*, c'est-à-dire qu'il doit être plongé dans un liquide de viscosité appropriée, de telle façon que le miroir ne doit plus continuer à osciller dès que le courant qui parcourt les fils a cessé de varier. En d'autres termes, il faut que le miroir suive fidèlement et sans retard les oscillations que lui imprime le courant (1).

Il y a encore une autre condition importante, il

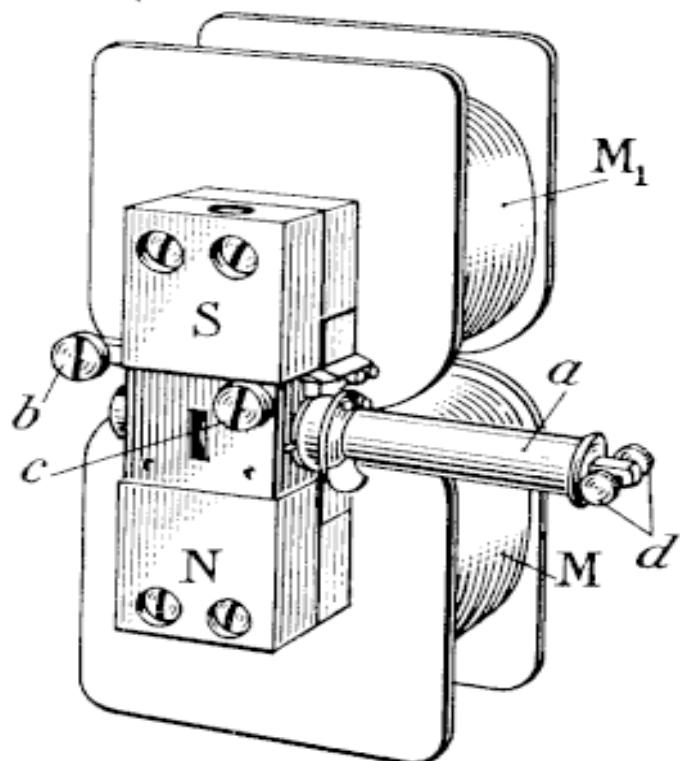


Fig. 40. — Enregistreur oscillographique, vue d'ensemble, monté.

(1) On y arrive par tâtonnements pour chaque type d'oscillographie en les plongeant dans des huiles telles que l'huile de paraffine par exemple, dans de la glycérine plus ou moins additionnée d'eau.

faut que le système obéisse fidèlement aux oscillations très rapides comme celles qui résultent des sons aigus. Nous avons vu que la dernière note à droite du piano correspond à 3480 périodes par

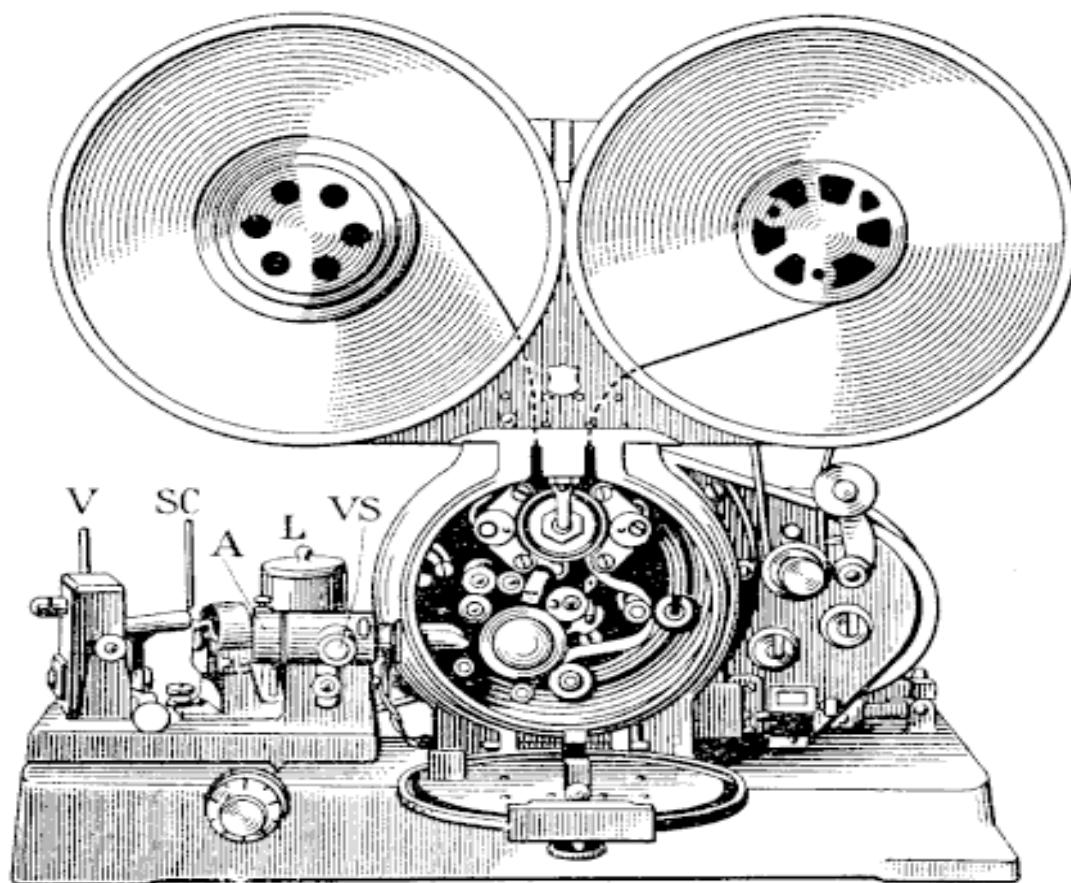


Fig. 41. — Vue générale d'un appareil d'enregistrement RCA (carter ouverts).

seconde, il faut que le système oscillant constitué par les deux fils et le miroir fonctionne au delà de 6000 périodes par seconde pour pouvoir enregistrer les harmoniques. Il doit présenter le minimum d'*inertie*, voilà pourquoi on a pris des fils si fins et un miroir si petit. Les oscillographes utilisés ont donc une *période propre* élevée (la période propre

est la fréquence d'oscillation que prend l'appareil lorsqu'on le laisse osciller librement) et sont amortis convenablement pour ne pas entrer en résonance dans la gamme des fréquences enregistrées.

Sensibilité. — La sensibilité d'un oscillographie bifilaire du type décrit ci-dessus est telle, qu'il donne son maximum de déviation avec 100 milliampères environ.

Système optique. — La figure 42 représente le

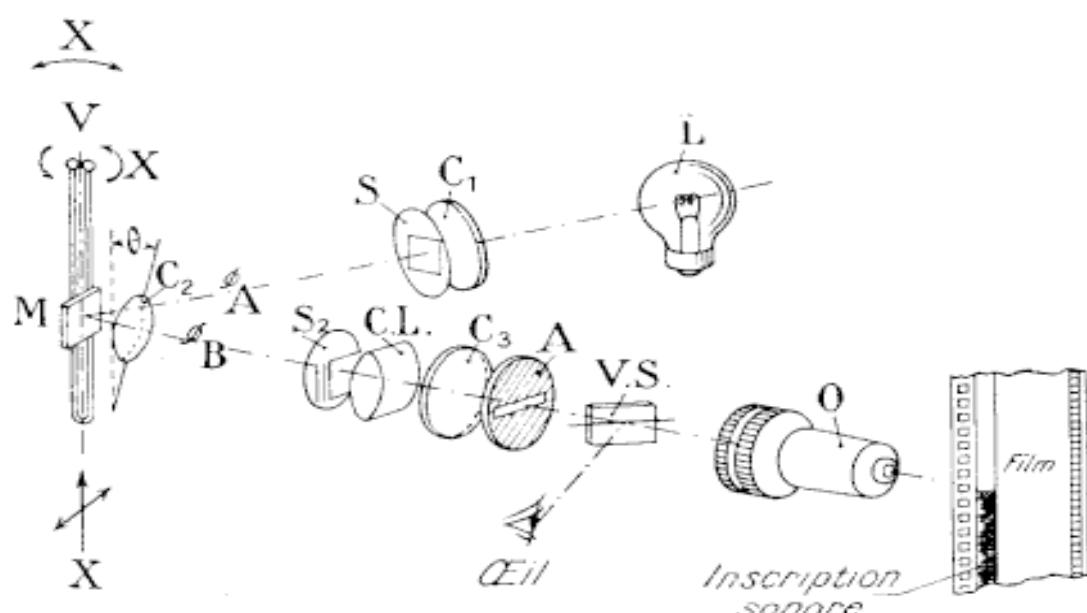


Fig. 42. — Schéma optique d'un appareil d'enregistrement à densité constante par oscillographie.

schéma du système optique employé sur les équipements d'enregistrement R. C. A., on y trouve une lampe à incandescence L à filament très condensé dont le faisceau lumineux est concentré sur le miroir M de l'oscillographie par une double lentille plan-convexe C₁S.

L'oscillographie constitué par son bifilaire tendu sur un support (fig. 39) est enfermé dans un tube a contenant le liquide amortisseur (fig. 40), il faut

ménager dans ce tube une fenêtre à la hauteur du miroir pour permettre au rayon lumineux émis par

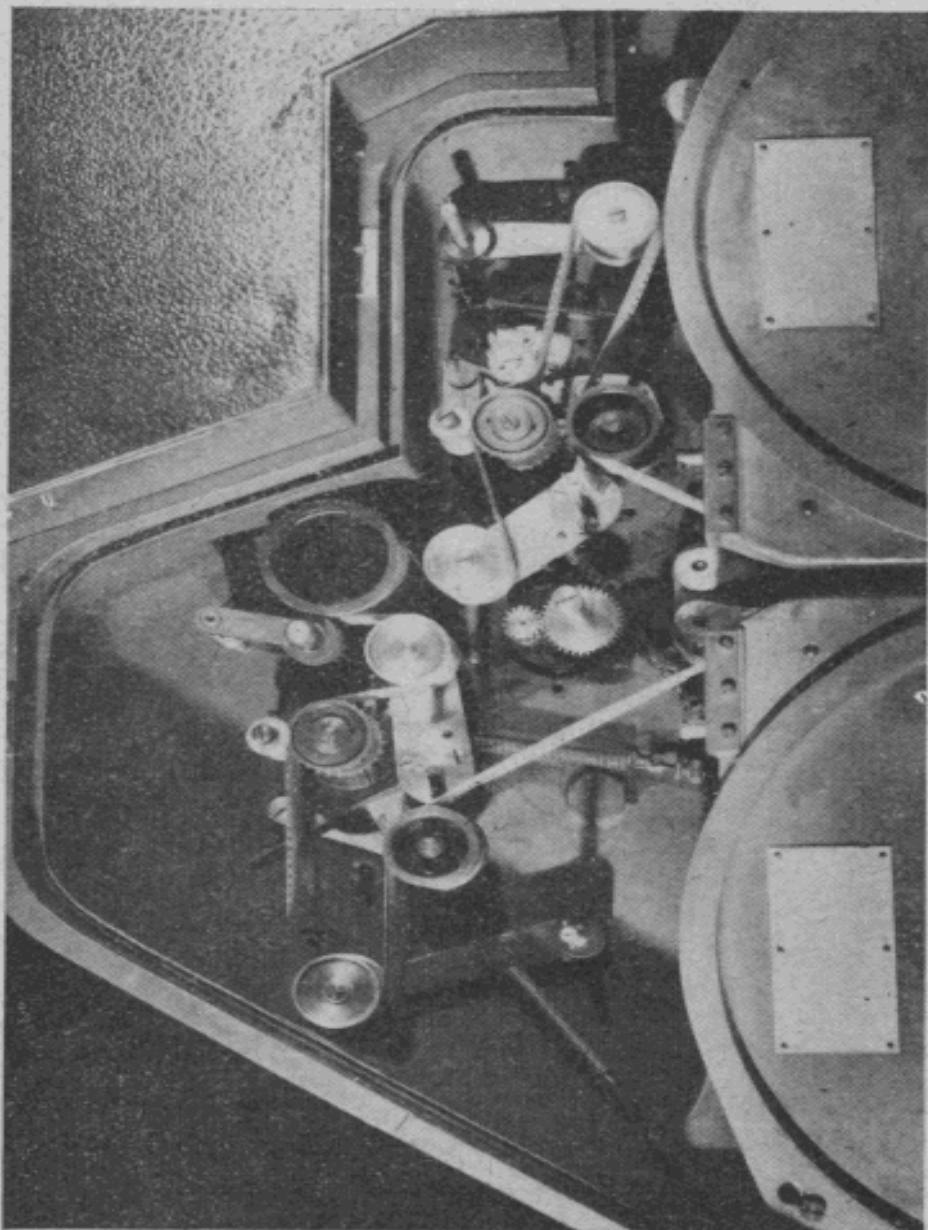


Fig. 43.— Chambre noire ouverte d'un enregistreur de son sur film système « Radio-Cinéma »

la lampe L, de frapper le miroir et de sortir réfléchi par lui. Cette fenêtre est représentée par un verre plan C_2 (fig. 42). Ce verre est incliné d'un

certain angle de façon à ce que les rayons lumineux qui pourraient se réfléchir à sa surface ne viennent pas impressionner le film. Le rayon réfléchi après être passé à travers une fenêtre S_2 arrive sur une lentille cylindrique CL , qui doit le concentrer en quelque endroit qu'il la frappe (c'est pourquoi elle est cylindrique). Le rayon traverse ensuite un condensateur C_3 , puis une fente très fine pratiquée dans un disque A . Un objectif O projette ensuite l'image de la fente (rendue plus ou moins longue, suivant la déviation du miroir) sur la piste sonore du film.

On remarquera en VS, sur le trajet du rayon réfléchi, la présence d'une glace transparente disposée à 45° et qui permet à l'œil de l'opérateur de suivre le déplacement du faisceau lumineux par réflexion d'une partie de ce faisceau, l'autre passant librement. Ce procédé permet de contrôler à chaque instant le mouvement du faisceau réfléchi.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'enregistrement *Radio-Cinéma* fonctionne également sur le principe de l'oscillographie de M. BLONDEL, mais les caractéristiques des différents éléments de l'enregistrement correspondent à une conception différente de celles du matériel RCA. La figure 43 représente l'intérieur d'un enregistreur *Radio-Cinéma*.

b) Enregistrement à densité variable. — L'enregistrement à densité variable ou en teintes variables fondues (fig. 41) peut être obtenue soit par lampe à lueur (procédé Movietone) soit par galvanomètre à cordes (procédés Western-Electric), soit enfin par cellule de Kerr (procédé Tobis).

1^o *Enregistrement à densité variable par lampe à*

lueur. — Ce procédé dont nous avons donné le principe (page 13) consiste à impressionner la piste sonore du film à l'aide d'une lampe émettant une lumière rendue variable par le courant amplifié provenant des microphones. Cette lampe rappelle un

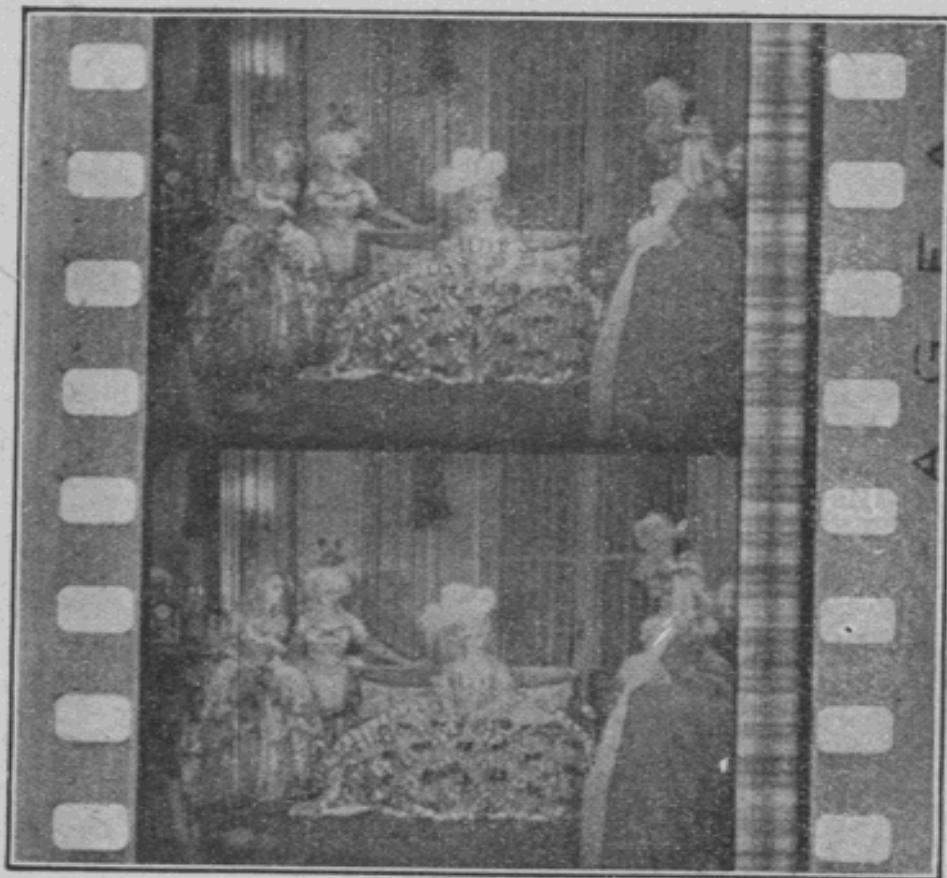


Fig. 44. — Fragment de film agrandi montrant la piste sonore à densité variable.

peu par son fonctionnement celle des lampes ordinaires d'éclairage lorsqu'elles sont alimentées par un secteur à tension variable. Il n'est pas rare sur certains réseaux de voir la lumière des lampes diminuer au moment du démarrage d'un moteur et remonter ensuite, on aurait pu évidemment réaliser

la chose avec de telles lampes alimentées sous tension constante par une batterie d'accumulateurs, tension à laquelle se superposerait une tension variable provenant du courant des microphones amplifiés. Mais à cause de l'inertie des filaments un tel système n'assurerait pas une reproduction fidèle et rapide, aussi a-t-on préféré la lampe à lueur appelée en Amérique où elle a été étudiée : « Aeolight ».

Ces lampes appartiennent à la famille des tubes à gaz incandescents, dont le prototype fut le tube de Geisler, qui sert aujourd'hui de jouet. En réalité, la lampe Aeolight comporte deux éléments enfermés dans une ampoule : une anode de plaque en nickel d'une part et une boucle métallique recouverte de baryum et de strontium. Un gaz inerte, l'hélium (1), est introduit dans l'ampoule dans laquelle on a auparavant fait le vide, l'hélium y est à une pression très faible et il s'illumine lorsqu'une décharge électrique le traverse (on a fait pour les enseignes lumineuses des tubes à l'hélium se prêtant aux mêmes applications que les tubes au néon). Comme pour les tubes au néon, il est nécessaire d'appliquer entre les deux électrodes une certaine tension à partir de laquelle le tube commence à devenir lumineux, puis si on augmente la tension l'illumination augmente. Chose intéressante, ces variations d'éclat lumineux suivent fidèlement et *immédiatement* les variations de la tension appliquée. Pour utiliser une telle lampe dans l'enregistrement sonore, on réalisera

(1) Le baryum et le strontium sont des métaux alcalino-terreux assez répandus sous forme de combinaisons dans la nature. L'hélium est au contraire un gaz rare aussi léger que l'hydrogène mais ne s'enflammant pas, qui se dégage de certaines sources thermales. Il est assez abondant en Amérique.

le montage de la figure 45. La lampe à lueur visible en haut et à droite, reçoit entre ses électrodes une tension continue de 400 volts, fournie par une batterie d'accumulateurs, par exemple (+ 400 en haut, - 400 en bas), ce qui a pour effet d'amorcer la décharge, la lampe brille faiblement. A cette tension peut se superposer celle constamment variable,

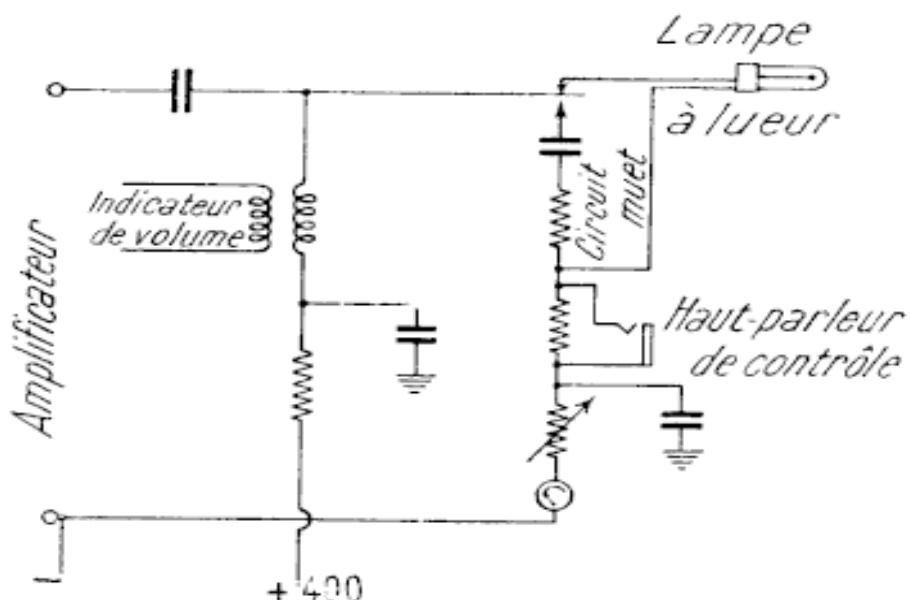


Fig. 45. — Schéma du montage d'une lampe à lueur.

venant de l'amplificateur à gauche, un condensateur est interposé pour barrer la route au courant continu à 400 volts, qui sans cela se dirigerait vers les amplificateurs, tandis qu'il laisse passer le courant alternatif variable provenant de ces derniers.

On remarquera près de la lampe un commutateur qui permet d'aiguiller le courant allant normalement à la lampe sur un circuit de résistance équivalente, dit « muet ». Ce circuit évite d'allumer la lampe lorsqu'on fait les réglages préliminaires. Des écouteurs ou un haut-parleur de contrôle sont pour cela

mis en dérivation sur une résistance. Dans le circuit d'alimentation de la batterie, sur le trajet du conducteur positif se trouve un transformateur commu-



Fig. 46. — Appareil de prise de vues Debrie transportable sur trépied (Parvo, modèle T).

niquant avec un voltmètre à cadre mobile à travers une valve redresseuse, permettant de contrôler ce qu'on appelle le *volume*, c'est-à-dire la puissance mise en jeu dans la lampe à chaque instant. Dans le système Movietone, la lumière de la lampe Aeolight n'est pas concentrée sur le film par un système

optique à lentilles, on préfère n'en laisser passer qu'une petite partie par un quartz présentant une fente fine derrière laquelle défile la piste sonore du film.

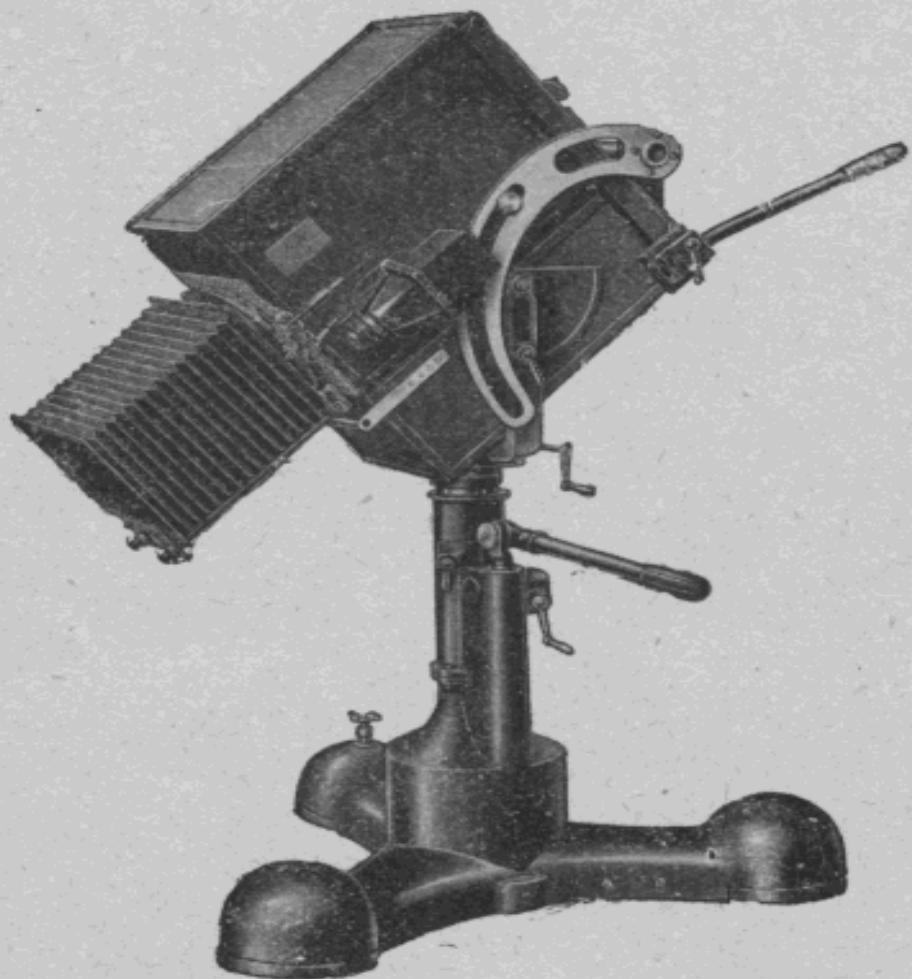


Fig. 47. — Appareil de prise de vues insonorisé Debrie sur chariot.

On a employé ce procédé dans des caméras spéciales où se faisait à la fois la prise de vue et en dessous la prise de son, nous en avons donné (fig. 5) le schéma, mais la tendance actuelle consiste à séparer les caméras de prise de vue des appareils d'enregistrement, car il arrive souvent que l'on a besoin de

disposer plusieurs caméras de prise de vue autour de la même scène, alors qu'on n'a besoin d'avoir qu'un seul enregistrement sonore, tous les microphones travaillant sur un *mélangeur* (p. 47). Dans ces con-

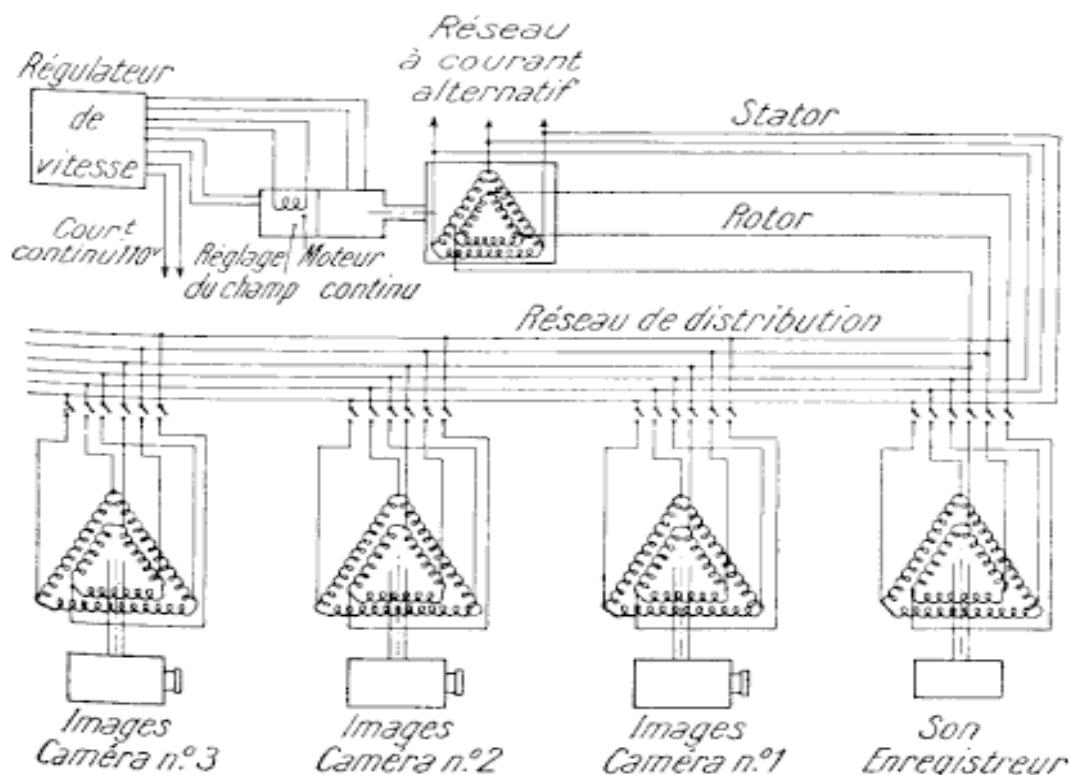


Fig. 48. — Alimentation et liaison synchrone des moteurs des appareils de prise de vue et de l'appareil enregistreur avec dispositif permettant de faire varier la vitesse de l'ensemble.

ditions, les moteurs des caméras et le moteur de l'appareil de prise de son sont *synchrone*s, c'est-à-dire qu'ils se comportent comme s'ils étaient manchonnés ensemble.

Le schéma de la figure 48 montre comment on peut réaliser la chose avec des moteurs triphasés à bagues.

Ce schéma utilisé dans les installations Movietone, consiste à avoir un moteur principal asynchrone

triphasé et à bagues, qui joue en quelque sorte le rôle de chef d'orchestre. Ce moteur (au milieu de la figure et en haut) reçoit dans son stator les courants triphasés à 230 volts, 50 à 60 périodes par seconde, d'un réseau ou d'un alternateur. Ces mêmes courants

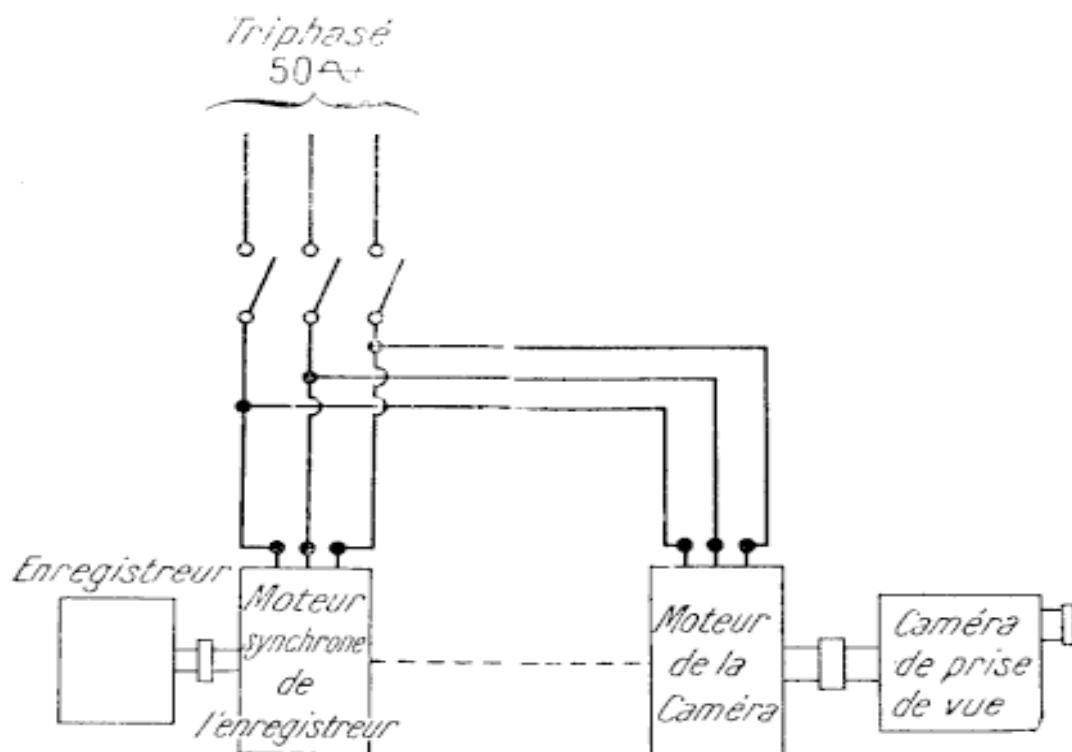


Fig. 49. — Alimentation et liaison synchrone par courants triphasés du moteur d'un appareil enregistreur et des moteurs des appareils de prises de vue.

triphasés alimentent les stators des moteurs de caméras et celui du moteur de l'appareil d'enregistrement des sons.

Tous les rotors sont reliés entre eux par des commutateurs, ainsi qu'au rotor du moteur principal. Il en résulte que si on laisse tourner le rotor du moteur principal ou moteur « chef d'orchestre », tous les autres rotors tourneront du même angle à la fois et

à la même vitesse. Le contrôle ou la régulation de cette vitesse est assuré par le dispositif que l'on voit manchonné en haut et à gauche sur le rotor du moteur, dispositif qui a pour but de maintenir une vitesse régulière correspondant à la prise de 24 images par seconde sur toutes les caméras de prises de vue. Ce procédé est évidemment élégant, mais il est certaine-

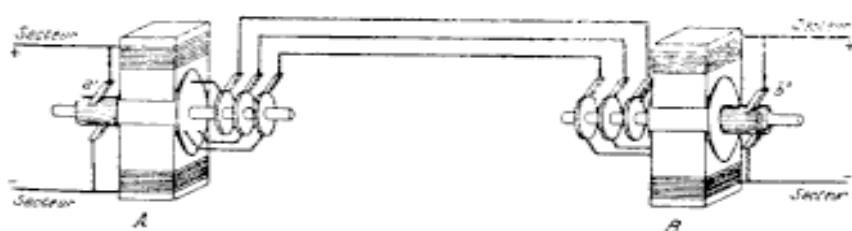


Fig. 50. — Commutatrices actionnées par courant continu et reliées par leurs bagues pour tourner synchroniquement.

ment moins simple que le procédé français, qui consiste à employer des moteurs auto-synchrones (1), c'est-à-dire constitués par des moteurs à cage d'écureuil présentant sur le rotor des encoches destinées à canaliser le flux au synchronisme.

Dans les studios, ces moteurs sont reliés à la distribution générale de courants triphasés; dans les camions, ils sont actionnés par un alternateur ou mieux une commutatrice (2) tournant sous l'action du courant continu fourni par une batterie d'accumulateurs installée à bord du camion.

On a aussi employé comme moteurs synchrones de petites commutatrices (fig. 50) reliées par leurs bagues et alimentées en courant continu sur leur

(1) *Les Moteurs électriques*, GARNIER FRÈRES, 11^e édition, p. 83 et 123.

(2) *Les Installations électriques*, GARNIER FRÈRES, 12^e édition, p. 244.

collecteur, mais ce procédé est bien moins simple que le précédent.

Le système d'enregistrement par lampe à lueur a l'inconvénient de nécessiter une grande puissance modulée, tout en assurant une qualité moyenne, mais comme il est le plus simple à réaliser il est utilisé par plusieurs établissements.

2^o Enregistrement à densité variable par galvanomètre à cordes. — Au lieu d'employer

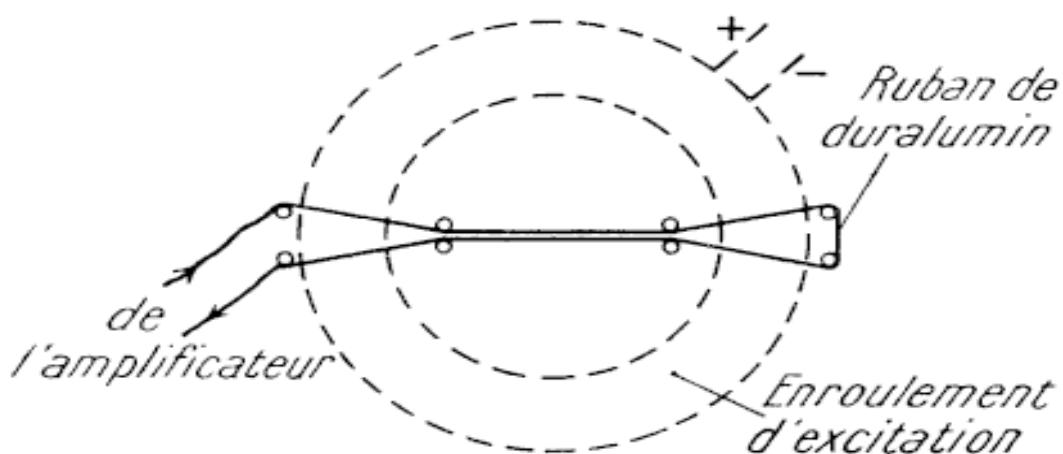


Fig. 51. — Schéma de la valve de lumière (procédés Western Electric).

une lampe qui scintille pour impressionner la piste sonore des films, on peut prendre une source de lumière constante et obturer plus ou moins le faisceau lumineux qu'elle envoie sur le film.

Un des procédés les plus employés est celui du *galvanomètre à cordes* dont le principe est le suivant :

Deux rubans en duralumin extrêmement mince sont tendus entre deux supports comme les fils de l'oscillographie précédemment décrit. Ces deux rubans communiquent entre eux par l'une de leurs

extrémités et sont reliés par les deux autres aux microphones à travers l'amplificateur. Jusqu'ici rien de bien nouveau, cet appareil ressemble à l'oscillograph, sauf en ce que les fils sont remplacés par des rubans et qu'il n'y a pas de miroir au milieu.

Il y a plus encore : l'oscillograph était placé dans un champ magnétique fourni par un aimant ou un électro-aimant, dont les lignes de force étaient *parallèles* au plan des deux fils. Dans le galvanomètre à cordes, l'aimant ou l'électro-aimant est placé derrière de telle façon que les lignes de force qui en sortent sont *perpendiculaires* au plan des deux rubans.

On voit clairement sur la figure 51, la coupe en pointillé de la bobine d'excitation de l'électro-

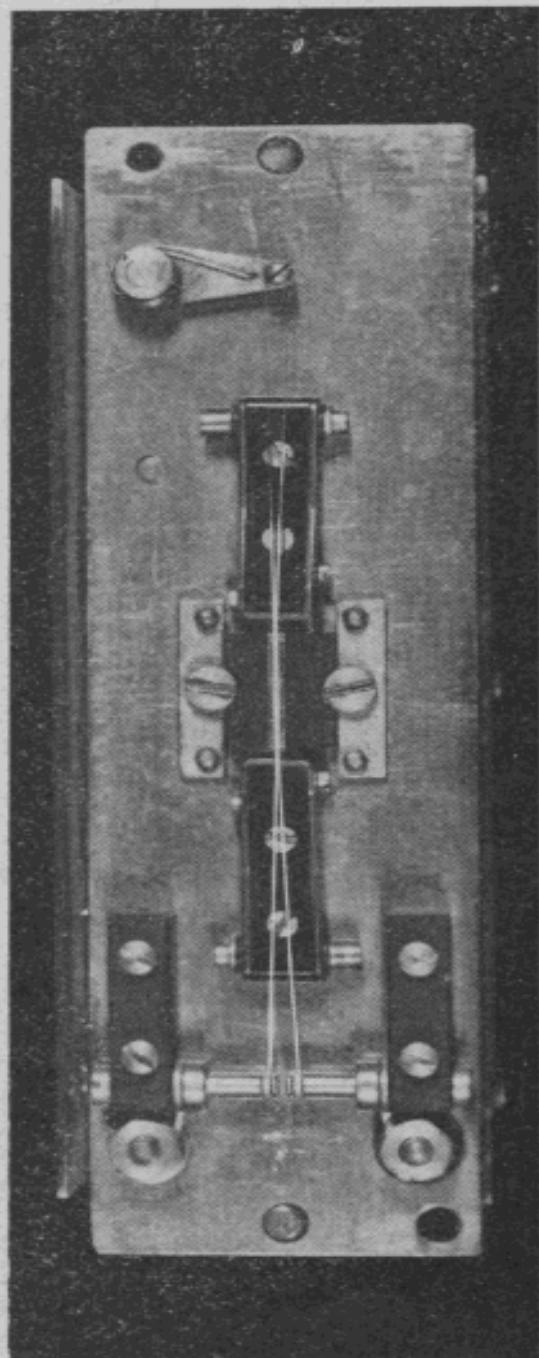


Fig. 52. — Vue d'ensemble de la valve de lumière « Western ».

aimant recevant du courant continu par les fils marqués + et —, et devant laquelle se trouvent les deux rubans.

Que va-t-il se passer si l'on envoie un courant dans les rubans? Nous avons vu que dans le cas de l'oscillographie les deux fils se déplacent en tournant à la façon de la bobine mobile d'un appareil de mesure ou d'un moteur (1), de façon à *embrasser le plus possible de lignes de force*.

Dans le cas des rubans entre lesquels se glissent les lignes de force sortant de l'aimant ou de l'électro-aimant, le système n'a aucun intérêt à tourner pour en embrasser davantage, mais il va s'ouvrir plus ou moins suivant l'intensité du courant qui le traverse.

Il va s'ouvrir à la façon d'une paupière devant l'œil et si l'on a placé derrière une lampe, il laissera passer plus ou moins du faisceau lumineux émis par la lampe, tout comme la paupière obture plus ou moins le faisceau de lumière qui vient frapper notre œil. C'est en somme un diaphragme produisant le même effet que dans les appareils photographiques. En fait, on règle l'écartement des rubans au repos et l'intensité du courant sonore dans l'appareil, de telle sorte que l'éclaircissement du film soit constamment proportionnel au courant qui passe. Comme dans l'oscillographie, la tension des rubans sera réglée de telle façon que leur fréquence de vibration propre se trouve au-dessus de la bande de fréquence à enregistrer (fig. 52).

La figure 53 représente un appareil de ce genre dont la partie où circule le film est ouverte. A droite le moteur synchrone d'entraînement, au milieu l'appa-

(1) *Les Moteurs électriques*, GARNIER FRÈRES, éditeurs, p. 2.

reil de défilement avec ses deux carters au haut et en bas à gauche enfermé dans une boîte le galvano-mètre à cordes et la lampe d'éclairage.

Voici quelques données sur cet enregistrement :

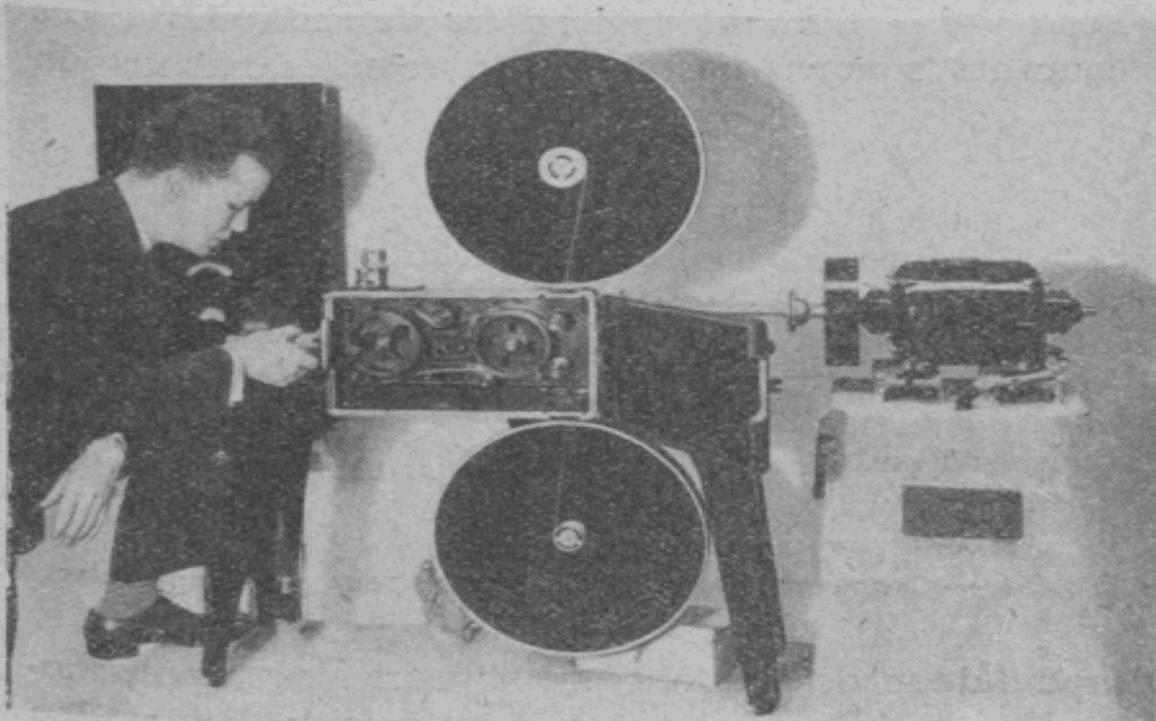


Fig. 53. — Appareil d'enregistrement sonore sur films à valve de lumière « Western », ouvert.

La fente ou modulateur de lumière est constituée par deux rubans de duralumin mesurant chacun $15/100$ de millimètre d'épaisseur. Les rubans sont tendus côté à côté, laissant entre eux un intervalle de $5/100$ de millimètre et sont placés dans un champ magnétique intense. Comme le système ne comporte pas d'amortissement, pour éviter l'effet fâcheux de la résonance, la fréquence propre du système est soigneusement réglée au delà de 10000 per : sec., fréquence qui sort de la limite de l'enregistrement.

La lumière provenant d'un filament de lampe est envoyée sur la fente du modulateur de lumière et un système optique projette une image de cette fenêtre sur le film. Ce dispositif optique réduit l'image de telle sorte que la largeur définitive du rayon lumineux sur le film est de 25/1000 de millimètre. Les courants sonores passant à travers les rubans du

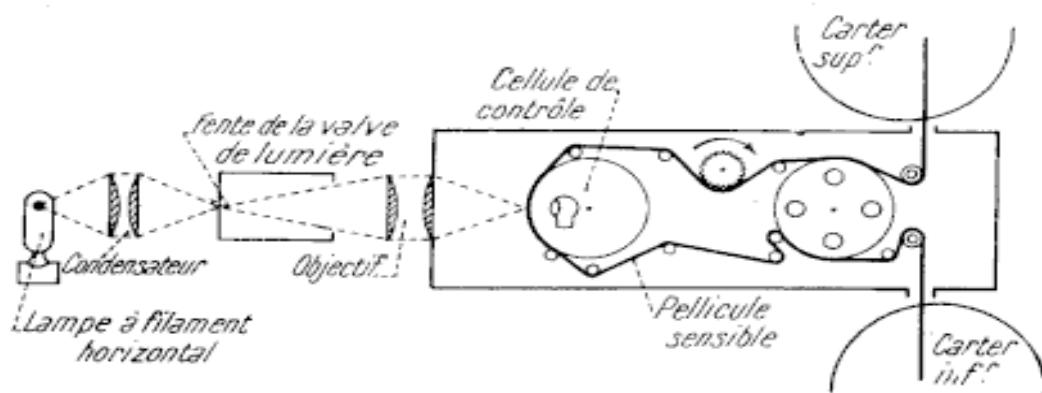


Fig. 54. — Coupe schématique d'un enregistreur par lampe-valve.

modulateur de lumière provoquent des rapprochements et éloignements qui font varier l'exposition du film à la lumière. L'exposition est proportionnelle à la largeur de la fenêtre et, par conséquent, correspond aux variations des ondes sonores (fig. 54).

Afin d'obtenir une reproduction satisfaisante, le film doit être développé et tiré de telle façon que la transmission de la lumière à travers le film positif subisse les mêmes variations que celles qui ont servi à impressionner le négatif. Ceci entraîne un contrôle soigneux des procédés de développement et de tirage afin d'assurer le degré de contraste correct dans le développement. De plus des précautions doivent être prises quant à l'intensité de la lumière à l'enregistrement et au tirage, en vue d'éviter toute sous-

exposition ou sur-exposition qui entraînerait une distorsion semblable à celle produite par la saturation des amplificateurs.



Fig. 55. — Vue d'ensemble de l'appareil d'enregistrement sonore sur films à valve de lumière système « Western » en cours de fonctionnement.

Les opérations sont simples, mais elles doivent être contrôlées méticuleusement par des mesures vérificatrices dans le laboratoire de films. En enregistrant le son sur un film différent de celui de l'image, les deux peuvent être tirés séparément et reproduits sur le même positif, obtenant ainsi les caractéris-

tiques désirées pour l'image et assurant en même temps les meilleures conditions de reproduction du son.

En ce qui concerne l'illusion, une des conditions importantes est la relation qui existe entre le volume du son et les dimensions et positions des figures sur l'écran. Une image peut être parfaitement synchronisée et enregistrée dans les meilleures conditions, mais ne pas donner du tout l'illusion de la réalité si le son est trop fort ou trop faible. Il y a un volume correct à respecter pour chaque scène, et même quand il a été bien enregistré, il peut cependant être dénaturé à la reproduction. On comprend combien est difficile le problème du film parlant.

3^o Enregistrement à densité variable par cellule de Kerr. — Un des procédés les plus élégants d'enregistrement des sons sur film est certainement celui obtenu par la cellule de Kerr.

Nous avons montré, dans l'introduction, à l'étude du cinéma parlant (page 15) comment on pouvait obtenir un faisceau de lumière d'intensité variable avec la lumière polarisée, rappelons-en le principe en quelques mots : On trouve dans la nature, en particulier en Islande une sorte de cristal appelé *spath d'Islande* qui n'est autre que du carbonate de calcium cristallisé et qui a la propriété curieuse de donner une double image d'un objet lorsqu'on le regarde à travers ce cristal, on dit que ce cristal est à *double réfraction*.

Si l'on accolé deux de ces cristaux taillés convenablement, avec du baume de Canada qui a la propriété de les faire adhérer tout en leur laissant leur transparence, on arrive à éliminer un des faisceaux réfractés (il suffit de les coller suivant un certain angle

par rapport à l'axe) (1), et chose curieuse la lumière qui traverse l'ensemble a pris des propriétés spéciales. L'ensemble de ces deux cristaux ainsi accolés est appelé *nicol*. En effet, si on regarde à travers un autre *nicol*, le faisceau de lumière qui a traversé le premier de ces *nicols* on constate que peu à peu la

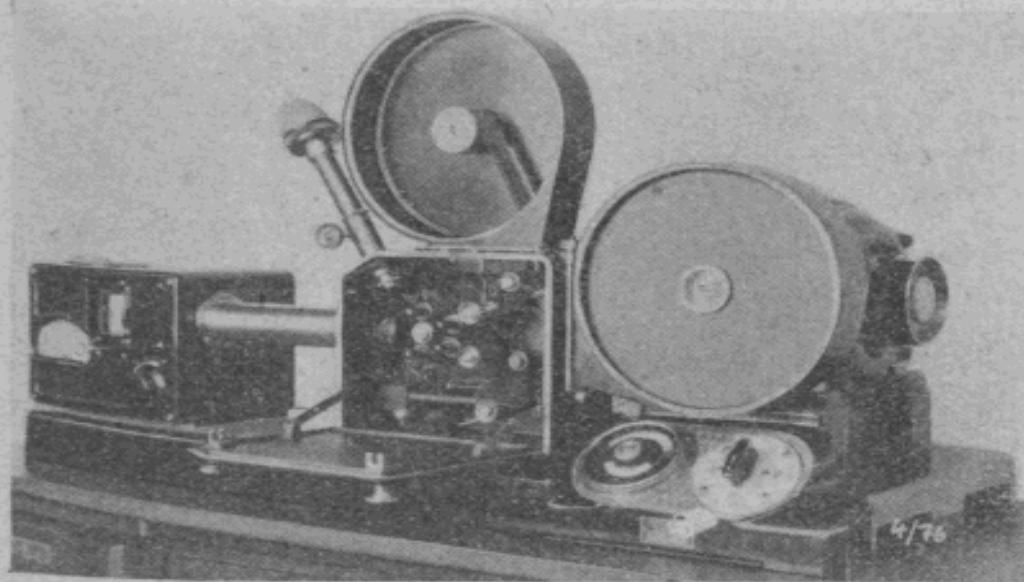


Fig. 56. — Vue d'ensemble de l'enregistreur Klangfilm à cellule de Kerr.

lumière disparaît et paraît s'éteindre lorsque laissant fixe un des *nicols* on fait tourner l'autre autour de son axe. Puis la lumière réapparaît pour s'obscurcir ensuite. On explique la chose en disant que le premier *nicol* *polarise* la lumière, on suppose que la lumière étant comme le son le résultat de vibrations, ne vibre plus que transversalement lorsqu'elle a traversé un *nicol*.

(1) On remarquera que ces *nicols* sont formés de prismes de spath collés suivant une diagonale. L'angle a été prévu pour supprimer automatiquement par réflexion totale un des deux rayons réfractés.

Or, quand cette lumière qui vibre transversalement rencontre le deuxième nicol, de deux choses l'une ou bien ce nicol est orienté pour lui permettre un passage facile, ce qu'on exprime en disant que

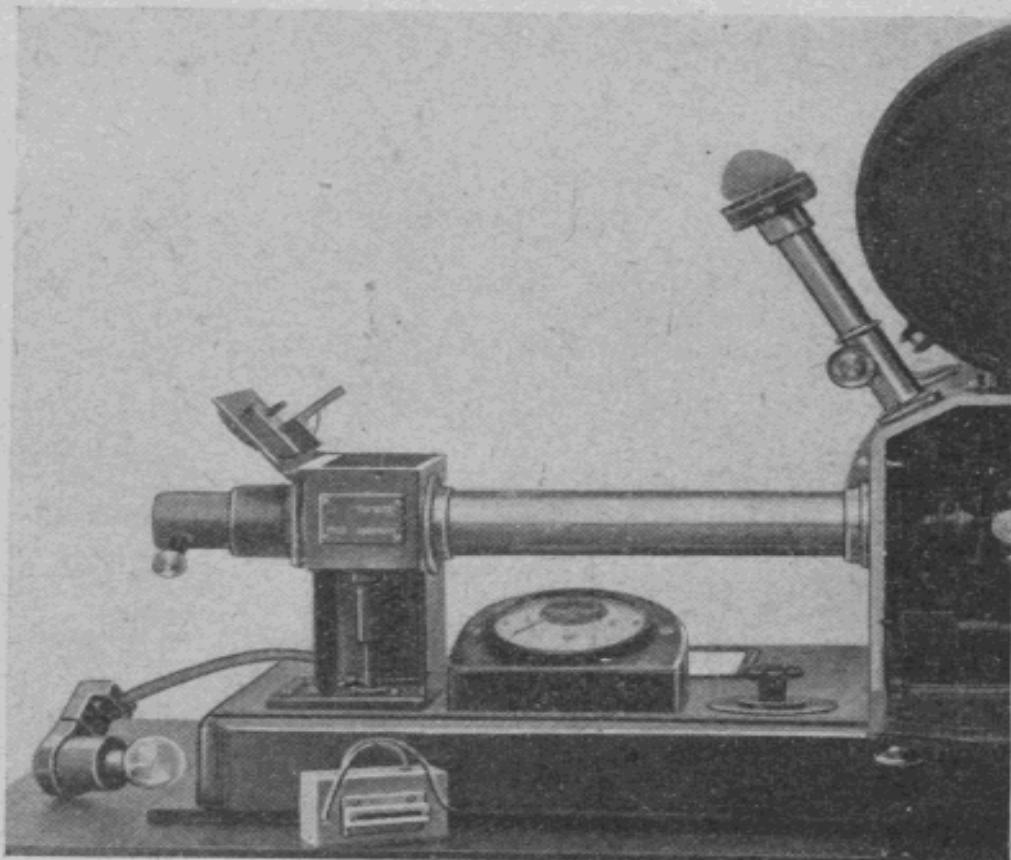


Fig. 57. — Vue d'ensemble de la partie optique de l'enregistreur Klangfilm montrant la cellule de Kerr démontée (au premier plan). Tout à fait à gauche, la lampe d'éclairage.

les *plans de polarisation* des deux nicols coïncident, ou l'orientation est mauvaise et alors la lumière ne passe pas.

C'est comme si les nicols étaient constitués par un rideau de fils très fins ou un cadre sur lequel seraient tendus une infinité de fils parallèles. Quand les cadres sont tels que leurs fils sont parallèles, la

lumière s'infiltrent à travers les fentes du premier passe par celles du second et peut sortir. Si les fils sont perpendiculaires, le deuxième cadre s'oppose au passage des rayons sortant du premier et on a l'obscurité.

Cette propriété curieuse a permis de construire des

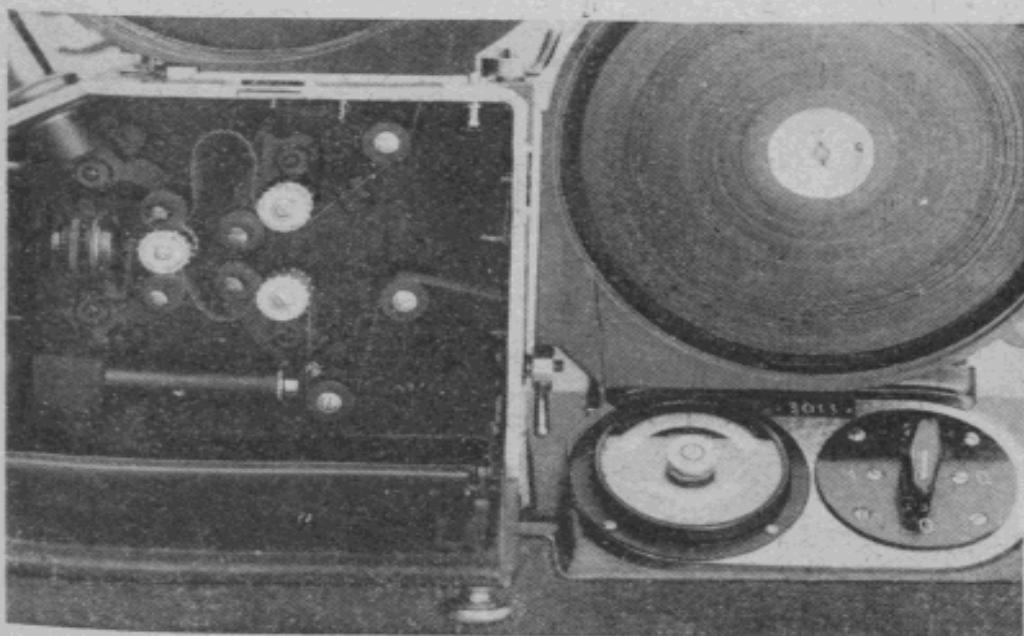


Fig. 58. — Chambre noire ouverte de l'enregistreur Klangfilm montrant le passage du film.

appareils appelés *saccharimètres* parce qu'ils permettent de trouver rapidement la teneur en sucre d'une liqueur et voici comment :

Entre les deux nicols à *l'extinction*, c'est-à-dire tournés de telle sorte que la lumière ne passe pas, disposons une cuve en verre pleine d'eau distillée, l'extinction persiste, mais si au lieu d'eau distillée nous mettons dans la cuvette une solution de sucre la lumière réapparaîtra. Il faudra pour la faire dispa-

raître tourner un des nicols d'un certain angle qui dépendra de la teneur en sucre du liquide.

Au lieu d'eau sucrée ou non, mettons dans la cuvette du sulfure de carbone par exemple, corps volatil d'une odeur détestable et dans le sulfure de carbone parallèlement au faisceau lumineux qui va d'un nicol à l'autre disposons deux plaques conductrices que nous relieros à une pile. Nous constate-

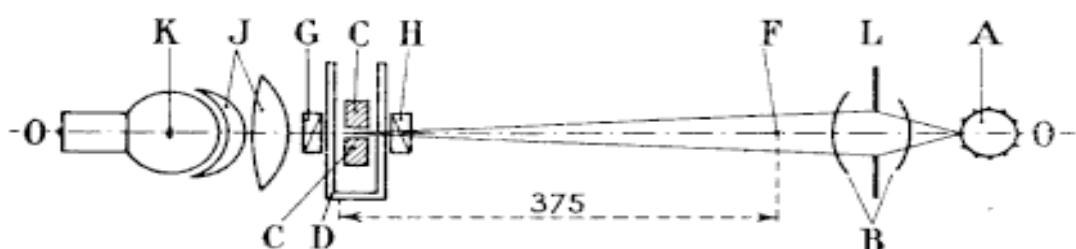


Fig. 5. — Schéma optique de l'enregistrement par cellule de Kerr.

rons aussitôt une rotation du plan de polarisation tout comme avec la solution de sucre et cette rotation dépendra de la tension électrique appliquée entre les plaques. Notons en passant que le sulfure de carbone peut être remplacé par le nitrobenzène d'une odeur plus agréable. Nous avons donc la possibilité de faire apparaître de la lumière derrière le dernier nicol d'une façon variable avec l'état électrique des plaques, c'est-à-dire que nous avons réalisé exactement ce que l'on obtenait avec la lampe à lueurs. La société allemande Tobis (Siemens et A. E. G.) a utilisé ce procédé dans son dispositif d'enregistrement sonore et elle est arrivée à obtenir d'excellents enregistrements car le système ne présente aucune inertie (le retard entre l'apparition ou la disparition de la lumière après le champ électrique qui l'a provoqué était inférieur à 4 *billionièmes* de

seconde, autant dire que l'action est instantanée). Pratiquement la société Tobis-Klangfilm réalise son enregistreur suivant le schéma de la figure 59.

Une lampe à incandescence K à filament gros et court, généralement de 50 watts alimentée sous 6 volts, envoie un faisceau de lumière rendu parallèle

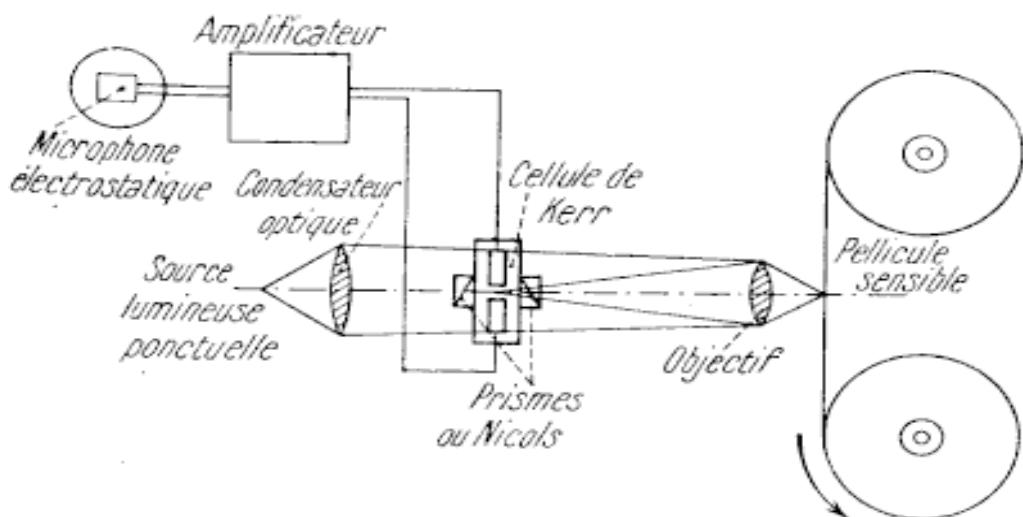


Fig. 60. — Schéma complet d'un enregistrement sonore Tobis-Klang film par cellule de Kerr.

par un système optique formé de lentilles sur un premier nicol G qui polarise la lumière. Au sortir de ce premier nicol le faisceau polarisé traverse la cuvette D contenant du sulfure de carbone ou du nitrobenzène, et passe entre deux électrodes métalliques CC que l'on fait communiquer avec les microphones à travers un amplificateur. A sa sortie de la cuvette D le faisceau rencontre le nicol H et de là est concentré sur la piste sonore du film par un objectif B, après avoir traversé une fente F située à environ 375 mm. de la cuvette.

Le nicol de sortie H ayant été réglé pour obtenir par exemple l'extinction du faisceau lorsque les

pièces C ne sont le siège d'aucun champ électrique, il apparaîtra plus ou moins de lumière sitôt que les pièces C seront plus ou moins électrisées. Comme dans le système avec lampe à lueur rien ne bouge dans cet appareil et c'est ce qui en fait le charme particulièrement sur les camions servant aux prises de vues d'actualités.

Les figures 7 et 59 donnent le principe de l'enregistrement par cellule de Kerr; la figure 60 représente le schéma de son adaptation à l'enregistrement par la Klang-film dont les appareils utilisant ce schéma sont représentés figures 56, 57 et 58.

CHAPITRE V

Les prises de vues et de sons.

Après avoir examiné les différents appareils servant à l'enregistrement sonore nous allons voir comment ce matériel est installé dans les studios et sur les camions et dans quelles conditions leur exploitation s'effectue.

L'enregistrement des vues est réalisé par la « camera »; c'est un appareil photographique à déroulement automatique, dans lequel la substitution de la portion de pellicule impressionnée par une autre encore vierge prise dans un magasin est assuré par un système de griffes animées d'un mouvement intermittent, ce système qui correspond à la croix de Malte et à son tambour permet d'échelonner sur les pellicules les 24 images par seconde qui, par convention, définissent la vitesse de défilement des films sonores.

Cette camera est insonorisée pour que le bruit de son fonctionnement ne soit pas enregistré par le microphone; son mécanisme est actionné par un moteur dont le fonctionnement est synchronisé avec celui assurant l'enregistrement du son, comme nous l'avons signalé précédemment.

On utilise pour les prises de vues une ou plusieurs

cameras placées devant la scène à enregistrer et manœuvrées chacune par un opérateur qui assure et

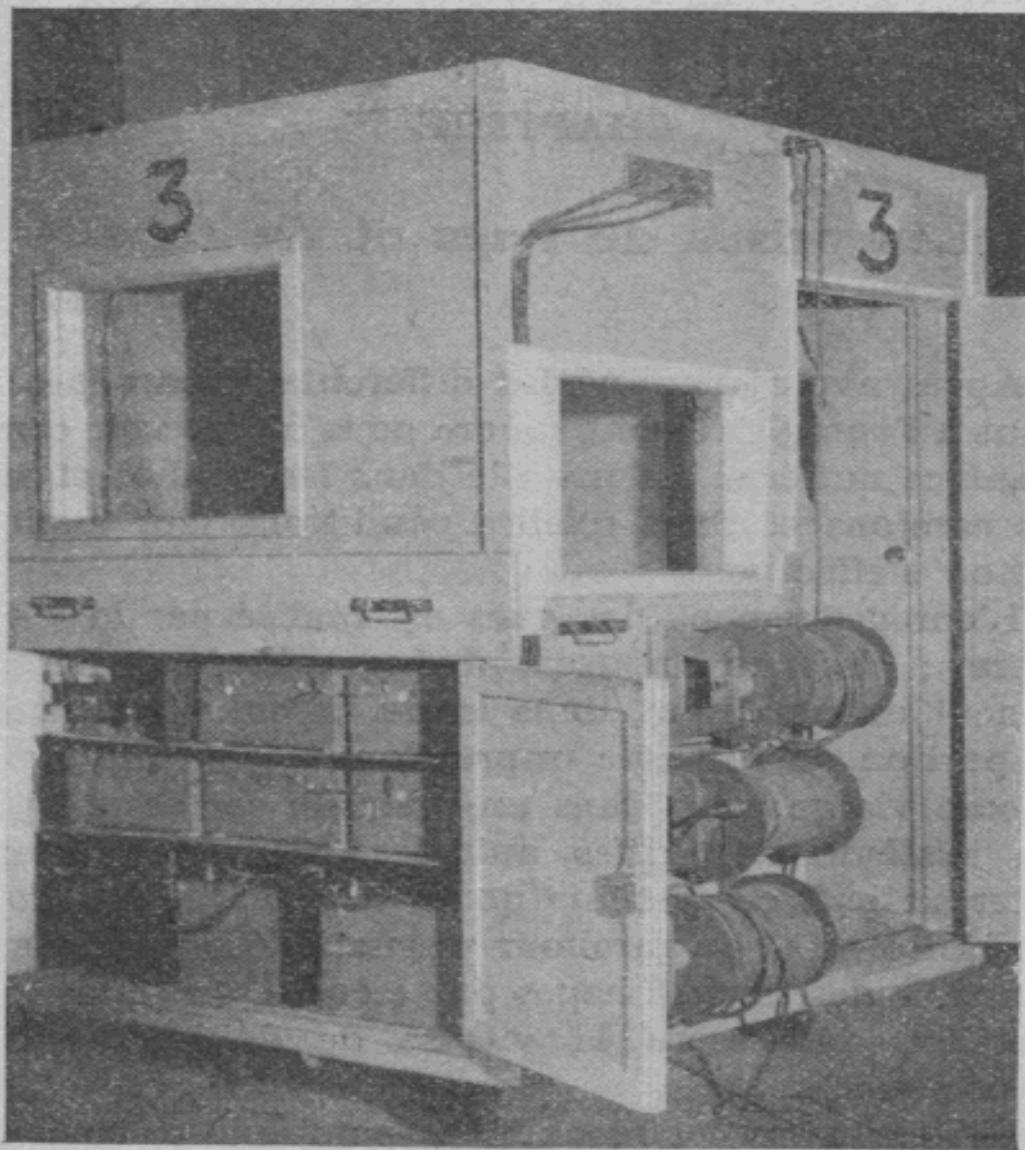


Fig. 61. — Vue d'ensemble d'une cabine d'enregistrement
« Radio-Cinéma »
(à gauche les accumulateurs, à droite les tourets).

le changement et la mise au point de son appareil (fig. 46 et 47).

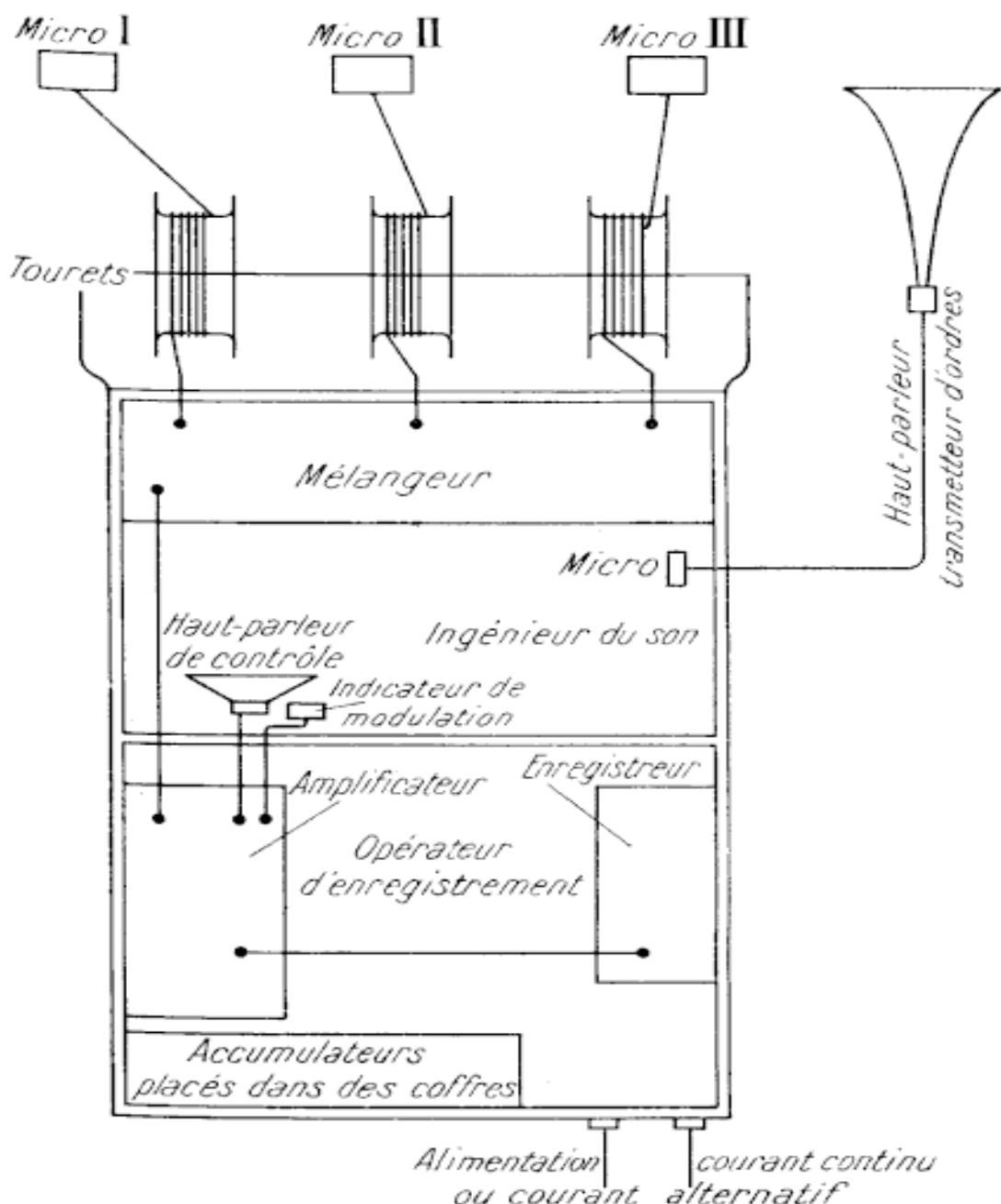


Fig. 62. — Schéma de l'organisation intérieure d'une cabine d'enregistrement sonore.

Ceci posé, voyons comment est organisé un centre d'enregistrement sonore.

Nous trouvons 3 sortes d'installations différentes :

1^o *Cabine d'enregistrement* (fig. 61 et 62). — Le matériel se trouve réparti dans les 2 petites pièces d'une cabine insonore et mobile que l'on amène dans le studio près de la scène à enregistrer.

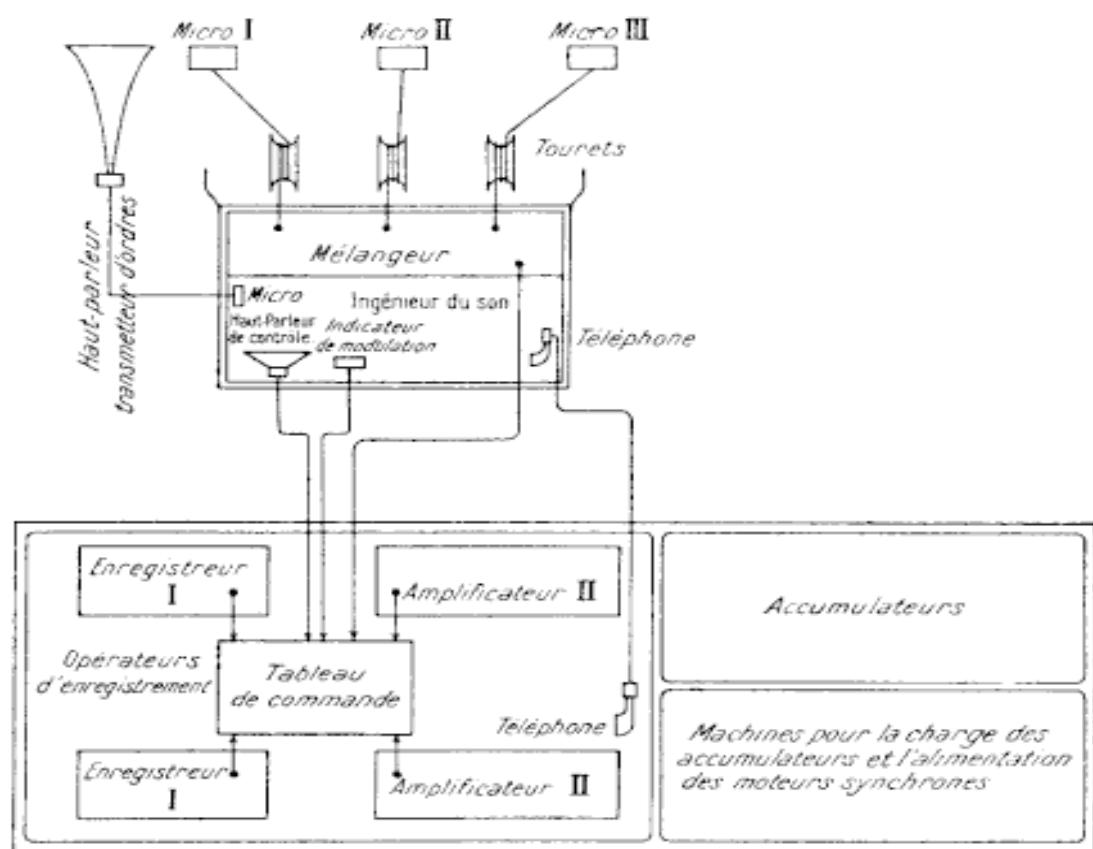


Fig. 63. — Central d'enregistrement.

La première pièce qui est occupée par l'ingénieur du son contient les appareils de contrôle et de commande de l'enregistrement, c'est-à-dire le mélangeur, l'indicateur de modulation qui donne l'intensité de l'enregistrement et le haut-parleur de contrôle, la qualité du son:

L'ingénieur dispose en outre d'un microphone qui commande un haut-parleur transmetteur d'ordres

Fig. 64.

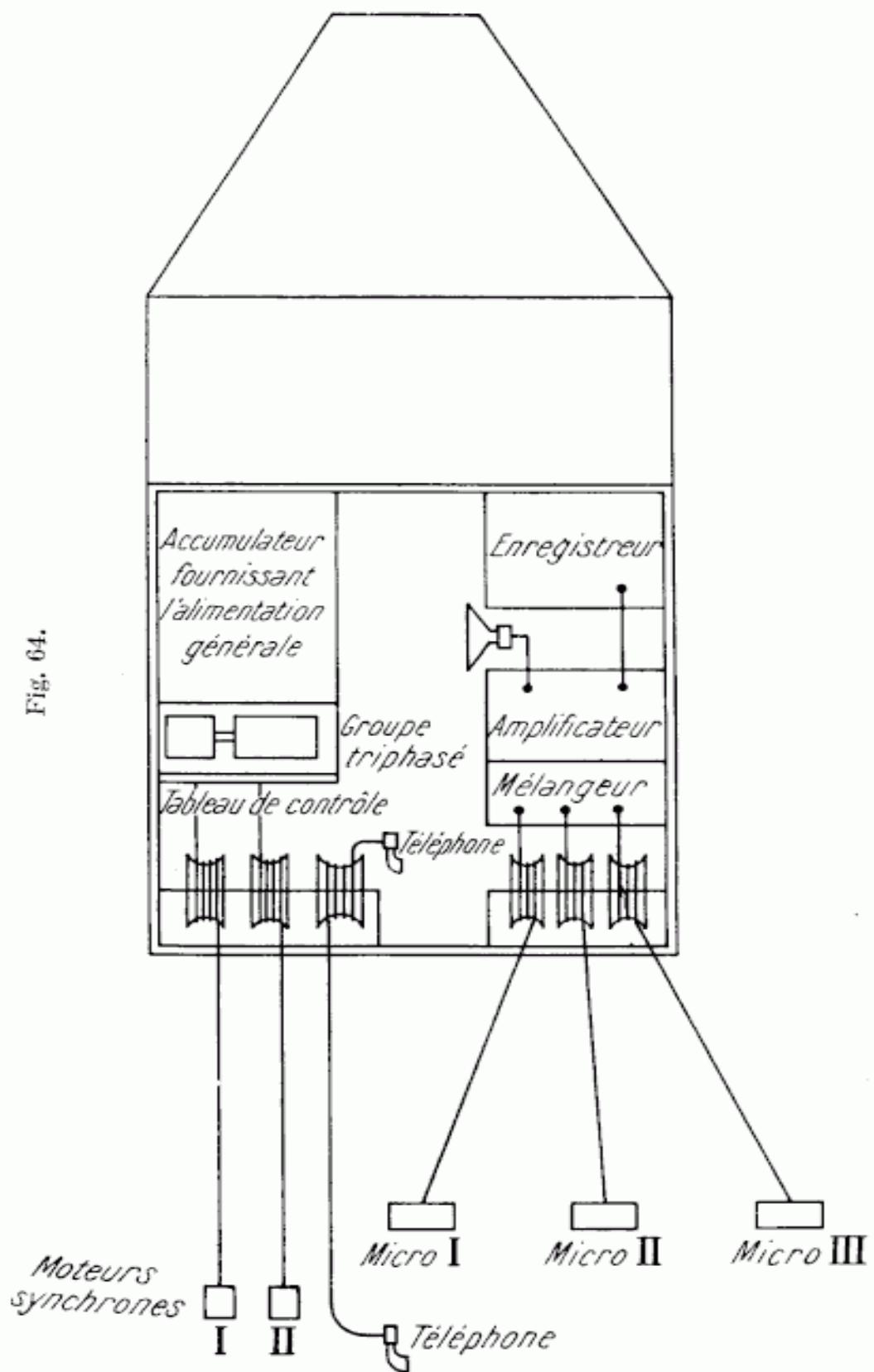


Schéma de l'organisation d'un camion d'enregistrement.

extérieur lui permettant de communiquer avec le metteur en scène.

Dans la deuxième pièce se trouve l'enregistreur et l'amplificateur placés sous la surveillance d'un opérateur qui assure le chargement et la bonne marche des appareils.

Le courant nécessaire à l'alimentation des appareils est généralement fourni par des batteries d'accumulateurs disposées dans des coffres.

La cabine mobile est quelquefois remplacée par une cabine fixe placée au centre d'un groupe de studios et fonctionnent dans les mêmes conditions.

2^o *Central d'enregistrement* (fig. 63). — Cette disposition consiste à placer tous les enregistreurs et les amplificateurs dans une salle centrale et à laisser dans chaque studio une petite cabine mobile destinée à l'ingénieur du son et contenant tous les appareils de contrôle et de commande : mélangeur, indicateur de niveau, haut-parleur de contrôle, transmetteur d'ordres pour la scène, téléphone avec le central. Les accumulateurs se trouvent alors placés à poste fixe dans un local bien aéré et leur charge est assurée par un groupe de machines qui sont logées dans une pièce attenante.

Le principal avantage de cet équipement réside dans l'emploi d'un tableau général de distribution qui permet de grouper les différents éléments : cabine, amplificateur, enregistreur au moyen de jeux de fiches à broches multiples. Cette disposition donne beaucoup de sécurité à l'exploitation et correspond à la meilleure utilisation du matériel. Mais elle ne convient qu'à des studios relativement importants.

Camion d'enregistrement. — Pour les extérieurs et les actualités on utilise des unités mobiles d'enre-

gistrements dont les caractéristiques sont très variables depuis le gros camion de 4 tonnes qui est un

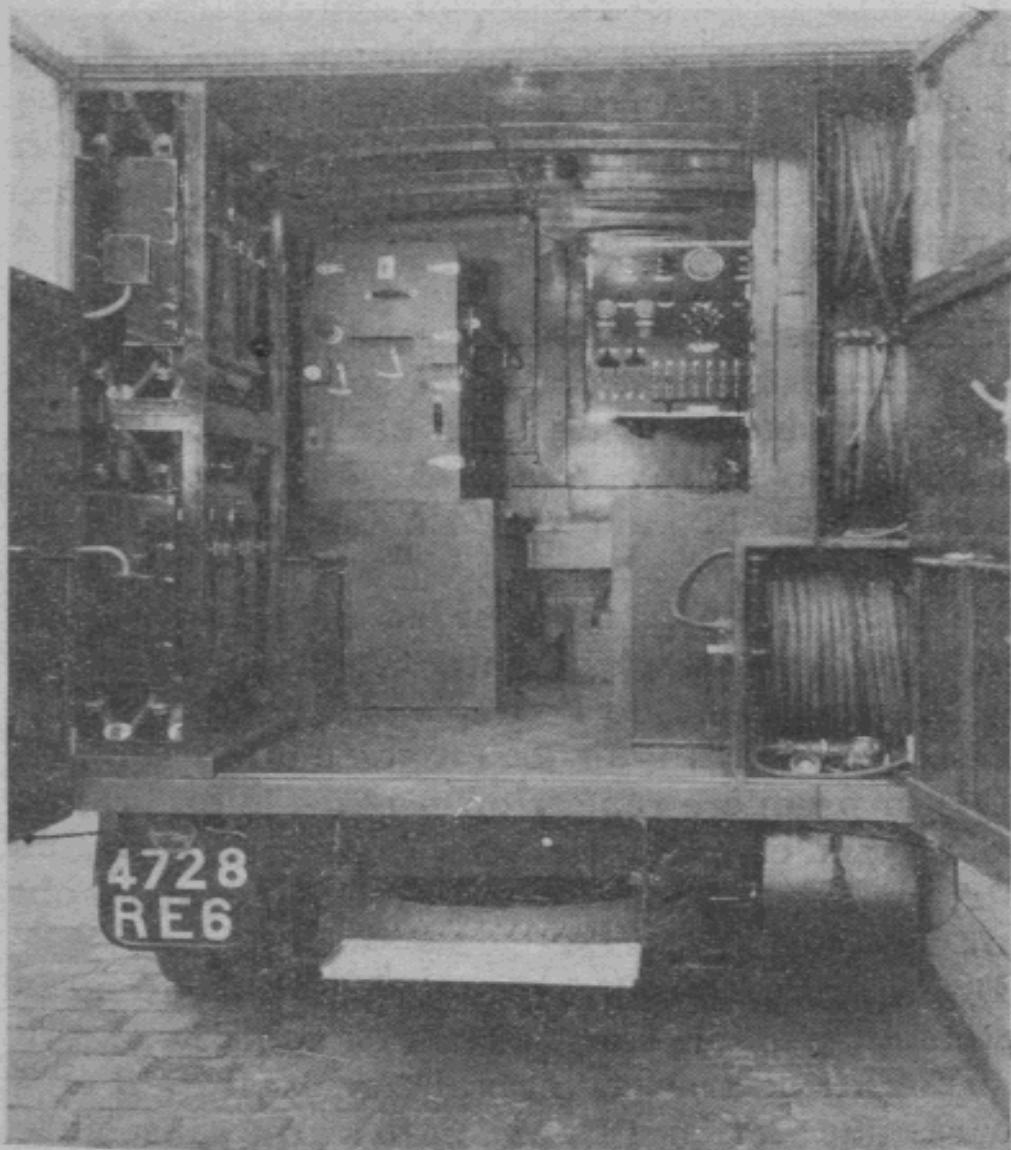


Fig. 65. — Vue intérieure d'un camion d'enregistrement système « *Radio-Cinéma* ».

véritable centre d'enregistrement jusqu'à la limousine légère qui transporte un matériel très réduit.

Nous donnons fig. 64 un schéma d'un camion sur

lequel on retrouve les mêmes éléments : touret, mélangeur, amplificateur, enregistreur que précédemment.

L'énergie nécessaire aux moteurs et aux amplificateurs est fournie par des accumulateurs disposés dans des coffres, ces accumulateurs sont rechargés soit par groupe électrogène installé à bord, soit par des redresseurs qui peuvent généralement être branchés sur un secteur alternatif pendant les moments de repos (fig. 64 et 65).

L'Enregistrement. — Comme nous venons de le voir, l'enregistrement est placé sous le contrôle d'un ingénieur placé dans un local étanche au bruit, qui contrôle l'intensité et la qualité du son tout en observant par la baie vitrée à doubles glaces de sa cabine le jeu des artistes.

De cette façon le metteur en scène ou son assistant peut prendre place dans la cabine pour apprécier les conditions de l'enregistrement.

Observons le travail de l'ingénieur du son :

Dès la première répétition il place le ou les microphones aux endroits les plus favorables pour enregistrer nettement la voix des artistes, tout en observant les effets de scène.

De sa cabine il voit les acteurs et les entend indirectement par son haut-parleur de contrôle, il a donc l'illusion de se trouver près d'eux, bien qu'il en soit séparé par les multiples parois qui l'isolent. Il écoute et en manœuvrant les affaiblisseurs des circuits microphoniques suit avec attention les variations de son indicateur de niveau qui lui fait connaître à chaque instant l'intensité de la modulation, il communique ses impressions par microphone et haut-parleur au metteur en scène.

Il signale les mauvaises intonations, les éclats de voix, la faiblesse de certaines répliques et indique la qualité de ce qu'il vient d'entendre.

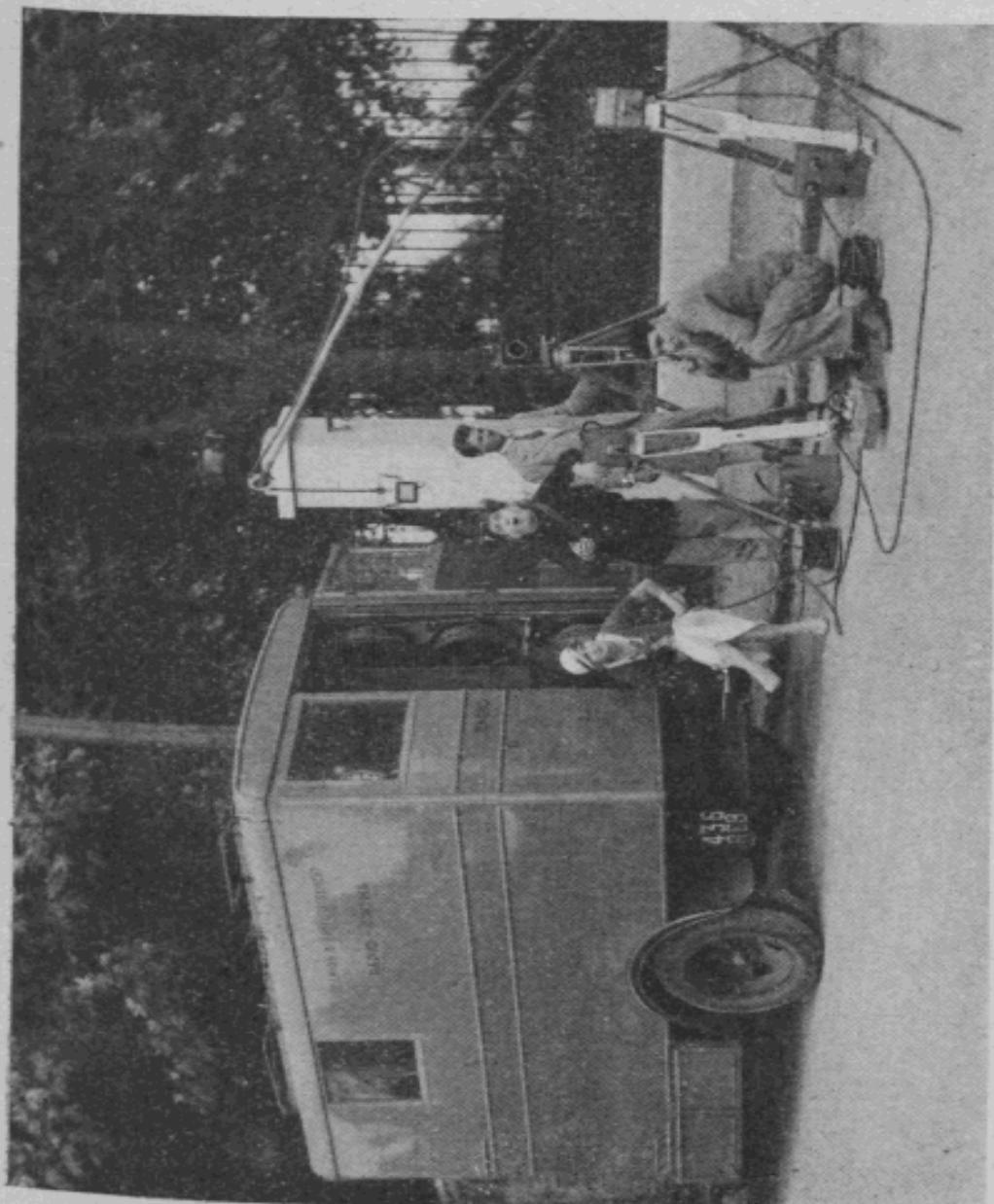


Fig. 66. — Camion d'enregistrement « Radio-Cinéma » en fonctionnement.
(Le comique « Biscot » chante devant le microphone.)

Plusieurs répétitions ayant permis de mettre au point les conditions d'enregistrement on tourne définitivement la scène.

L'ingénieur se contente alors de manœuvrer s'il y a lieu les affaiblisseurs des circuits microphoniques en tenant compte des effets que le metteur en scène désire obtenir.

Les figures ci-dessus permettent de se rendre compte de l'organisation d'un enregistrement sonore, soit en studio : figures 61, 62, 63 — soit en plein air avec un camion spécial : figures 64, 65, 66. Dans la dernière gravure (fig. 66), on voit comment sont disposés les microphones, les uns sur trépieds, un autre au bout d'une perche près de l'artiste.

CHAPITRE VI

Protection des studios contre les bruits extérieurs.

Pour pouvoir travailler convenablement dans un studio de prise de vues et de sons il est absolument nécessaire qu'il soit insonorisé.

Il existe pas mal de corps avec lesquels on peut réaliser la chose, le coton de verre, le liège, le celotex, le varech, l'évérite, etc.; malheureusement les meilleurs matériaux au point de vue de l'insonorisation sont le plus souvent d'excellents combustibles emprisonnant de l'air et, par suite, facilitant les incendies, le coton de verre, à ce point de vue, fait exception et il tend à être très employé.

En général on constitue le studio avec un caisson insonore complètement indépendant du bâtiment qui l'abrite (plancher et plafond compris) et dont il est séparé par les matériaux insonores ou simplement une couche d'air.

Cependant on n'a pas toujours besoin d'appliquer rigoureusement ce principe car tout dépend de la nature des bruits extérieurs que l'on redoute. On cite le cas de studios couverts simplement en chaume,

où le travail était possible malgré le voisinage de voies ferrées et de champs d'aviation.

Par contre les ouvertures, notamment les larges portes servant à l'entrée des décors, doivent être soigneusement insonorisées.

Quelles que soient les solutions adoptées ou leurs variantes, on ne devra pas perdre de vue qu'il suffit d'une simple liaison rigide, même extrêmement petite entre l'enveloppe extérieure constituée par le bâtiment et le caisson ou studio proprement dit pour que les vibrations de cette enveloppe arrivent au caisson.

Pour cette raison les ateliers servant au montage des décors que l'on a tendance à placer le plus près possible doivent être nettement séparés.

En général les décors sont construits et montés sur des plateformes roulantes dans un grand hall voisin mais non contigu, éclairé par de larges baies et fermé par de grandes portes roulantes, d'où on les fait passer dans le studio.

L'acoustique des studios. — Cette question est une de celles qui sont les plus importantes puisqu'il s'agit d'obtenir un enregistrement des sons qui corresponde fidèlement à l'impression que percevrait l'oreille à ce moment. Malheureusement les microphones utilisés pour l'enregistrement ont des propriétés assez différentes de celles de l'oreille, cette dernière, en effet, réalise avec les ondes sonores directes et celles réfléchies qu'elle reçoit, un travail de synthèse et d'accompagnement qu'on ne trouve pas dans le microphone. On est conduit alors à doser d'une façon différente avec des microphones judicieusement placés l'action des ondes directes et des ondes réfléchies.

On emploie jusqu'à présent pour cela deux procédés principaux : Le premier très répandu en France et en Amérique consiste à organiser le studio de telle façon qu'étant déjà insonorisé contre les bruits extérieurs, il soit complètement sourd intérieurement. Il en résulte que le microphone ne sera impressionné que par les ondes sonores directes émanant de la source. Mais alors l'impression sonore restituée serait étouffée et très désagréable car les sons seraient sans relief. Fort heureusement on peut alors faire intervenir les décors qui renvoient vers le microphone des ondes sonores multiples. On arrive ainsi avec quelques corrections à donner à l'impression sonore la valeur voulue.

Avec le deuxième procédé utilisé surtout en Allemagne on ne prépare pas spécialement le studio mais on dose les ondes réfléchies par l'emploi de tentures mobiles disposées convenablement. On va même jusqu'à entoiler les décors pour qu'ils n'introduisent pas un excès d'ondes réfléchies. On arrive avec les deux procédés à des résultats équivalents à condition toutefois que le premier comporte un dispositif de correction bien étudié car on ne peut compter complètement sur les décors pour obtenir dans tous les cas le relief sonore nécessaire.

Le deuxième procédé est plus simple et paraît plus logique car il semble peu rationnel de traiter d'une façon spéciale les parois intérieures du studio alors que l'on doit y construire par la suite des ensembles décoratifs plus ou moins complexes, en tout cas capables de multiplier les réflexions.

On doit donc presque toujours employer un procédé de correction acoustique simple et sûr car le jeu de tentures et de tapis est assez compliqué et

ne permet pas d'obtenir avec sûreté l'acoustique nécessaire.

Chambres de bruits. — Les studios de cinéma parlant comportent en outre une salle spéciale où l'on met en jeu certains appareils produisant les bruits de scène qui doivent être enregistrés. On va même plus loin, on effectue d'avance l'enregistrement d'un certain nombre de types de bruits que l'on reporte ultérieurement, directement sur la pellicule, tels que sifflets de chemin de fer, bruit du tonnerre, vent, pluie, grêle, bruits de la rue, etc., etc.

L'éclairage. — Il est assez curieux d'avoir à appeler l'attention sur les ennuis que l'éclairage électrique d'un studio peut causer à l'enregistrement des sons, mais il suffira de se rappeler les sifflements qui se produisent fréquemment lors de l'allumage des lampes à arc, pour comprendre le bruit désagréable qui peut se trouver enregistré lorsque plusieurs grosses lampes à arc éclairent le studio. On est arrivé à s'en débarrasser en intercalant dans les circuits des lampes à arc, des bobines d'*auto-inductance* (nous ne disons pas des « selfs ») et en mettant des condensateurs de forte capacité en dérivation. Mais le meilleur moyen a consisté à remplacer les lampes à arc des projecteurs par des lampes à incandescence intensives comme on en trouve partout aujourd'hui. L'arc électrique étant plus photogénique a nécessité un plus grand nombre de lampes et par suite a conduit à employer des intensités de courant assez grandes et alors *l'induction* des circuits parcourus par les « courants forts » sur les circuits à « courants faibles » des microphones ont produit des effets tout aussi désastreux que les lampes à arc. Fort heureusement

le remède est ici facile, il consiste à employer des circuits torsadés, recouverts d'un treillis métallique formant « cage de Faraday », c'est-à-dire à l'abri de l'induction.

Équipement électrique. — Rappelons en passant que l'on devra débarrasser les plateaux (1) des câbles traînant à terre ou volants susceptibles de causer des accidents et des perturbations dans les appareils voisins. En général les commandes des divers circuits électriques d'éclairage se font à distance, elles sont pour cela centralisées sur des pupitres où à l'aide de boutons on agit sur des contacteurs placés près des appareils à mettre en circuit ce qui évite un inutile développement de câbles traversés par des courants intenses.

Les dangers d'incendie sont réduits par l'emploi d'interrupteurs et de fusibles sous coffrets étanches (comme dans les mines), de prises de courant robustes protégées par des capots métalliques empêchant tout contact accidentel avec les circuits sous tension, et par l'emploi de canalisations sous tubes d'acier.

Les lampes à incandescence utilisées absorbent des puissances comprises, par lampe, entre 500 et 10000 watts, pour ces dernières, l'allumage se fait toujours à travers un rhéostat analogue à un rhéostat de démarrage (les lampes intensives ont à froid une si petite résistance que leur mise en circuit provoquerait un à-coup équivalent presque à un court-circuit).

Ces lampes sont placées au foyer de miroirs sphériques ou paraboliques, parfois de miroirs à facettes donnant une lumière plus diffuse.

(1) En matière de théâtre, le *plateau* est la scène où l'on joue.

Les lampes à arc utilisées pour donner de la lumière jaune dorée fonctionnent avec des charbons à mèche spéciale donnant peu de crépitements, en général leur circuit est protégé par des condensateurs montés en dérivation en vue d'absorber toutes les oscillations électriques, dont ils pourraient être le siège et le plus souvent encore par des bobines de réactance ou de self-induction montées en série.

De nombreux tableaux métalliques avec indicateurs lumineux sont disposés dans le studio pour fournir les divers courants dont on peut avoir besoin, notamment les courants alternatifs pour les moteurs des cameras et leurs enregistreurs, etc.

Précautions contre l'incendie. — Quoique les studios en qualité d'établissements privés ne soient pas soumis aux règlements imposés aux scènes de théâtre, il y a lieu de prendre les mêmes précautions contre l'incendie, aggravées du fait qu'il s'agit le plus souvent d'installations plus sommaires que sur les scènes des grands théâtres.

1° Il doit être prévu un *éclairage de secours* alimenté autant que possible par une source complètement indépendante de celle de l'éclairage général (batterie d'accumulateurs). Cet éclairage doit être assez puissant pour rester visible malgré les fumées épaisse qui pourraient se dégager des foyers intérieurs, il devra indiquer les issues ou les dégagements. Dans ce but des sorties nombreuses doivent être prévues sur l'extérieur aussi directes que possible afin de pouvoir écouler rapidement le personnel souvent nombreux : acteurs, figurants et employés des prises de vue;

2° Des signaux d'alarme seront disposés à l'inté-

rieur et à l'extérieur, ils devront être multiples et sûrs (à courant permanent par exemple) pour alerter à la fois les services de protection et de pompiers;

3^o Des extincteurs choisis parmi ceux qui ne dégagent pas, ou ne peuvent produire au contact du feu, des gaz toxiques (se méfier à ce sujet du tétrachlorure de carbone) tout en n'exposant pas à des dangers d'électrocution (cas des liquides alcalins) devront être répartis dans le studio à portée surtout des personnes plus exposées, ils devront être vérifiés périodiquement;

4^o Naturellement des postes d'incendie avec lances à jets multiples analogues à ceux des théâtres devront être disposés d'avance en des emplacements judicieusement choisis;

5^o Enfin le personnel des machinistes et des électriciens devra être périodiquement exercé à la manœuvre des appareils suivant une consigne simple et précise.

Ventilation. — La chaleur dégagée par les sources de lumière et leurs accessoires (rhéostats, câbles, etc.) étant considérable, on doit prévoir un système de ventilation énergique du studio qui fonctionne pendant les moments de repos (1).

Les studios devant être insonorisés, on installe pour la ventilation des trappes, commandées électriquement à distance, qui s'ouvrent dès qu'on fait marcher les ventilateurs.

(1) Dans la partie supérieure de certains studios on a relevé des températures de l'ordre de 40° C. et même 50° C.

CHAPITRE VII

Développement des films et tirage des positifs.

Une fois la bande sensible impressionnée, elle est portée au laboratoire dans des carters étanches à la lumière où on la développe exactement comme on le fait pour des clichés ou des pellicules. Le développement doit être conduit d'une façon toute particulière comme nous allons le voir, puis le film est lavé et fixé tout comme en photographie ordinaire.

Il ne faut pas croire cependant que le développement de la bande photophonique impressionnée, même si elle est séparée du film d'images, soit une opération facile. Les conditions d'impression ne sont pas en effet les mêmes, suivant le système lumineux d'enregistrement adopté. L'oscillographe, la light-valve, la lampe à lueurs, la cellule de Kerr, etc., ne produisent pas, en effet, des rayons de même couleur et de même pouvoir actinique.

Les bandes à opacité constante sont plus faciles à développer, d'autre part, que les bandes à densité variable parce que, dans ce dernier cas, il faut conduire le développement de façon à conserver toutes les *finesses* des demi-teintes qui sont indispensables

pour ne pas supprimer à la reproduction les harmoniques des sons enregistrés.

Les opérations purement photographiques du développement des bandes négatives, et ensuite celles du tirage des bandes positives, permettent d'atténuer les défauts acoustiques qui consistent dans un bruit de fond plus ou moins sensible sur toutes les fréquences musicales considérées, et dans des effets de distorsion dus à des caractéristiques optiques ou électromécaniques du système adopté.

On arrive à réduire ces bruits de fond en prenant des bandes sensibles à grain très fin pour constituer ces négatives et aussi des bains révélateurs aussi peu granuleux que possible.

Toutes les opérations de développement, lavage, fixage, se font au laboratoire éclairé à la lumière rouge, et doivent être effectuées avec le plus grand soin; la moindre éraflure de la bande, le moindre dépôt de produit chimique ou de poussière sur sa surface peuvent se traduire finalement par des bruits parasites désastreux.

Une fois la bande négative obtenue, il s'agit de réaliser par tirage photographique un nombre très grand d'exemplaires positifs. Le tirage de ces copies s'effectue en deux phases successives : dans la première, on impressionne la bande des images, et, dans la seconde, la bande phonographique, en utilisant chaque fois des « caches » convenables (fig. 67).

Pour le tirage de la bande phonographique, il est évidemment essentiel d'utiliser une source lumineuse d'intensité rigoureusement constante une fois réglée, afin d'éviter toute modulation; aussi la lampe de tirage est-elle le plus souvent alimentée par une batterie d'accumulateurs.

Le tirage s'effectue d'une façon continue pour la bande phonographique et image par image pour la bande cinématographique. L'intensité lumineuse de la lampe d'éclairage est réglée d'une façon variable,

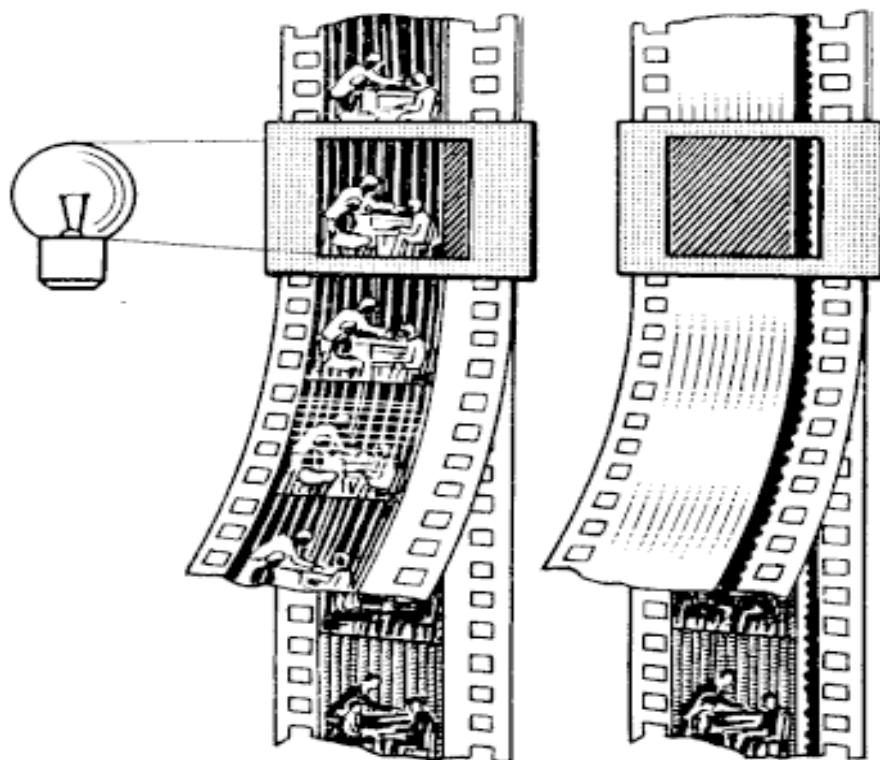


Fig. 67. — Tirage d'une bande positive avec deux bandes négatives, l'une pour les vues, à gauche, l'autre pour le son, à droite.

mais automatique, pendant le tirage, grâce à un système de bandes perforées en papier se déroulant en même temps que le film, et perforées à l'avance par un opérateur habile suivant les caractéristiques du négatif.

Le développement des bandes positives complètes est aussi une opération fort délicate, dont la réussite doit être parfaite, mais qui est rendue plus aisée et

plus rapide également par l'emploi d'appareils semi-automatiques.

Les bandes obtenues n'ont généralement qu'une longueur d'une cinquantaine de mètres au maximum; il faut donc ensuite les monter, les assembler, placer les signes de repère et les titres s'il y a lieu. Les collages des films à bande photophonique doivent être particulièrement soignés, voir page 245.

Les films terminés sont enfin essayés non seulement au point de vue optique, mais aussi et surtout au point de vue acoustique à l'aide d'un appareil traducteur comportant une cellule photo-électrique et un petit amplificateur.

Il n'y a, d'ailleurs, pas à considérer seulement que les enregistrements synchronisés dans le studio, des problèmes particuliers se posent, pour la réalisation des « actualités parlantes », des films sonorisés, des dessins animés et sonores et aussi pour la reproduction.

On ne devra pas perdre de vue en outre que le temps d'exposition de la bande doit être correct; il y a heureusement une assez grande tolérance d'exposition, et le négatif est satisfaisant lorsque la transmission lumineuse non modulée est comprise entre des limites assez écartées.

Il est, par contre, absolument nécessaire d'obtenir une densité uniforme de tirage de la partie non modulée de la bande photophonique, cette densité est de l'ordre de 35 p. 100 environ pour les bandes positives. Mais il faut avant tout éviter une sous-exposition de l'émulsion, car il serait alors impossible de corriger les défauts acoustiques qui en résulteraient.

On voit combien toutes ces opérations sont minutieuses et longues; il ne suffit pas au technicien des

films sonores d'avoir des connaissances précises et étendues en acoustique, en électricité, en radioélectricité, en optique, il faut aussi qu'il soit très averti des problèmes photographiques et soit un bon chimiste.

La figure 68 représente le schéma en quelque sorte des opérations que nous venons de passer en

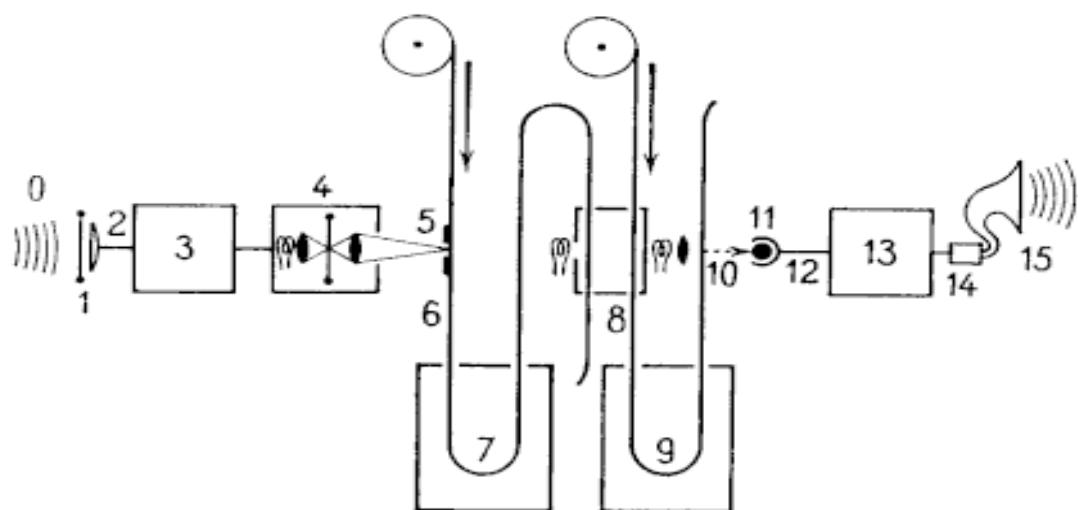


Fig. 68. — Schéma des opérations de reproduction de sons par film sonore.

revue. Le son produit en 0 est capté par un microphone 1 et le courant faible 2 qui en résulte est amplifié en 3. On voit en 4 le dispositif d'enregistrement qui envoie un faisceau de lumière modulée en 5 sur le film vierge qui se développe en 7 et se fixe aussitôt après, c'est le négatif. Ensuite dans la chambre 8 le film négatif vient en contact avec le futur film positif qu'il impressionne sous l'effet de la lumière d'une lampe traversant la piste sonore. Le film positif se développe et se fixe en 9 puis il passe en 10 devant la cellule photo-électrique et le courant modulé extrêmement faible (12) qui en sort est amplifié en 13 et

envoyé dans le haut-parleur 14. Finalement on obtient en 15 la reproduction aussi fréquente qu'on le veut des sons émis en O, c'est là tout le problème réalisé du cinéma parlant.

Décalage des impressions. — Nous avons vu qu'en général on impressionne à part sur une bande portée par la camera de prises de vue les images de la scène à reproduire, et d'autre part, dans la cabine sonore sur une bande se déroulant synchroniquement avec la première on enregistre les sons sur une piste ayant au maximum 2,5 millimètres de largeur.

Pour obtenir le positif qui fonctionnera dans les appareils de reproduction, on impressionnera la bande sensible positive d'abord par contact avec la bande négative, représentant les vues, une cache masquant la piste sonore qui n'est ainsi pas impressionnée, puis, on fera repasser la même bande au contact de la bande négative portant la piste sonore en masquant à ce moment la partie de ce film déjà impressionné par les vues (fig. 67).

Au développement il apparaît à la fois les vues et la piste sonore, il n'y a là rien de bien compliqué mais seulement deux opérations bien connues demandant à être faites avec soin.

Ici se place une remarque qui a son importance, en effet, quand le film va défiler dans l'appareil de reproduction sonore, une partie de ce film passera devant l'objectif qui projettera les vues tandis qu'au même moment une autre partie du film située bien en avant passera dans le lecteur sonore (voir fig. 90, p. 188).

Il faudra donc que la partie de la piste sonore comprenant les sons correspondants à la figure que

l'on projette passe à ce moment devant la cellule. Il en résulte qu'en tirant le positif on devra *décaler les deux négatifs* du nombre d'images qui s'écoule entre le passage devant l'objectif et le passage devant la cellule.

Pour y arriver facilement, au moment de la prise de vue et de son, un opérateur se met au premier plan et manœuvre un claquier. Quand les deux négatifs sont développés on voit le mouvement de fermeture du claquier sur le négatif des vues et l'apparition de hachures ou de teintes variables sur la piste sonore c'est le point de départ.

Comme dans l'appareil de reproduction sonore le parcours de la bande entre la fenêtre de projection et la fenêtre de cellule mesure 364 millimètres soit 19 images environ, on séparera de cette valeur les deux points de départ.

Dans certains appareils d'enregistrement c'est un petit appareil télégraphique ou un électro-aimant qui perfore les deux bandes sonore et photographique au moment du départ, il est ensuite facile de décaler ces deux trous de 364 millimètres.

En somme quand on regarde un film positif il ne faut pas croire que l'inscription que l'on trouve en marge de l'image représente le phénomène sonore qui l'accompagne, si on veut découvrir celle-ci il faut la chercher environ 19 images en avant.

DEUXIÈME PARTIE

LES APPAREILS DE REPRODUCTION

CHAPITRE PREMIER

Lanternes de projection.

Avantages de l'arc électrique. — De tous les appareils en usage dans les cinémas, c'est la lanterne de projection qui constitue l'organe le plus important.

A l'origine, on s'est contenté de prendre une lanterne de projection fixe dérivant du type établi par FOUCAULT, vers 1860, qui consistait en une boîte métallique contenant une lampe électrique à arc. Rappelons en passant que *l'arc électrique* a été la première source de lumière électrique utilisée, c'est à Davy, physicien anglais, que l'on en doit la découverte. Ayant monté plus de 500 éléments de pile en tension (c'était en 1809, on ne connaissait pas les dynamos) et ayant terminé les fils venant de la pile par deux morceaux de charbon de bois (braise de boulanger), Davy constata que si l'on faisait toucher

les deux morceaux de charbon et si on les écartait ensuite, il s'établissait entre les deux charbons une flamme qui s'incurvait en arc de cercle (les charbons étant horizontaux). Davy donna le nom d'*arc électrique* à cette flamme qui produisait une magnifique lumière blanc, bleuâtre, et qui constituait à l'époque la source de lumière la plus intense que l'on connaisse.

Depuis cette époque, le procédé a été perfectionné on a remplacé le charbon de bois par des baguettes taillées d'abord dans du charbon de cornue, puis on a fait de toutes pièces des crayons de charbon en moultant sous haute pression de la poudre de charbon bien tamisée et enfin, on a imaginé une foule de mécanismes chargés de rapprocher les charbons au fur et à mesure de leur usure. De là sont sorties les lampes à arc, qui ont connu une certaine vogue pour l'éclairage des grands espaces et qui ont été remplacées depuis par des lampes à incandescence intensives, constituées par un filament de tungstène enroulé en spirale et enfermé dans une ampoule vide d'air, mais contenant un gaz inerte tel que l'azote, qui circule autour du filament en évitant le noirissement de l'ampoule comme cela arrivait avec les anciennes lampes à vide.

A l'heure actuelle presque toutes les lanternes de cinémas contiennent une lampe à arc, on peut se demander pourquoi on n'a pas suivi le progrès et pourquoi on préfère encore employer des lampes à charbons mobiles qu'il faut régler fréquemment et remplacer souvent, alors que la lampe à incandescence qui ne nécessite aucun entretien, n'est pas à feu nu et n'a pas besoin de rhéostat une fois allumée paraît être la source de lumière idéale.

La raison est d'importance, car on a essayé

depuis longtemps de faire la substitution, elle tient en deux lignes : l'arc électrique ou plutôt son cratère est à une température *plus élevée* que celle du filament de la lampe à incandescence.

Or, il existe une loi, celle de Stéfan, qui dit que l'*éclat* d'une source lumineuse est proportionnel à la *puissance quatre* de la température et comme la *portée* d'une source lumineuse est proportionnelle à son *éclat*, c'est l'arc qui triomphe.

On évalue en effet à 4000 degrés centigrades, la température du *cratère* de l'arc électrique, tandis que celle du filament d'une lampe à incandescence ne peut dépasser 3000 degrés, qui correspondent à la température de fusion du fil de tungstène.

Or, on voit facilement qu'il s'établit une énorme différence entre la puissance quatre de 4000 degrés ($4000 \times 4000 \times 4000 \times 4000$), soit : 256×10^{12} et la même puissance quatre de 3000 degrés ($3000 \times 3000 \times 3000 \times 3000$), soit : 81×10^{12} .

Voilà pourquoi malgré les prodiges d'ingéniosité pour constituer un filament formé de spirales aussi compactes que possible pour ressembler à un point lumineux, on n'arrive pas à produire le même éclairement qu'un arc dans une grande salle.

Bien entendu, on trouve dans les appareils portatifs ou dans ceux destinés aux petites salles des lampes à incandescence, mais pour le cas général, des cinémas normaux qui nous intéresse, c'est toujours l'arc qui est utilisé dans les lanternes.

Fonctionnement des lampes à arc électrique. — Déjà en 1809, Davy avait remarqué en alimentant son arc électrique par des piles que l'un des charbons, celui relié au pôle positif s'usait en forme de

cratère, tandis que celui relié au pôle négatif se tailrait en *pointe*.

De nos jours, il en est évidemment de même avec le courant fourni par les dynamos qui est du courant continu, mais il en va autrement avec les courants alternatifs.

Avec ces courants qui se renversent 50 fois par seconde, ce qui revient à dire que pendant la durée d'une seconde chaque charbon est 50 fois positif et 50 fois négatif, il n'y a plus de cratère et, de plus, ce changement continual de pôles se traduit dans l'arc par un bruissement fort désagréable.

Comme il a été constaté que, seul le cratère constituait la source importante de lumière (nous avons dit qu'on avait évalué sa température à 4000 degrés) et qu'on n'obtient pratiquement ce cratère qu'avec du courant continu, il faudra donc dans chaque cinéma une source de *courant continu*. Nous y reviendrons plus tard, mais comme presque partout les distributions publiques sont faites en courants alternatifs (triphasés ou diphasés, et parfois monophasés), on est amené à transformer ces courants en courant continu, de là la présence de convertisseurs ou de groupes sur lesquels nous reviendrons à propos des sources de courant (p. 231).

Il y a encore une autre particularité que Davy avait remarqué, c'est que si l'on a deux charbons identiques au pôle positif et au pôle négatif, celui en relation avec le pôle positif s'use *deux fois* plus vite que l'autre.

Ce fait a une grande importance pour la projection, car ainsi que nous le verrons, la source de lumière où le cratère doit rester au *centre* du système optique, constitué par les miroirs et les lentilles, s'il s'en

écarte, la projection devient mauvaise. Donc, nous avons, d'une part, les charbons qui s'usent et qu'il faudra songer à rapprocher assez souvent si l'on ne veut pas que l'arc s'éteigne et, d'autre part, il faudra que le point lumineux reste fixe.

On y arrive en mettant au pôle positif un charbon de section *double* de celle du pôle négatif. L'arc présente encore un autre inconvénient qui était assez gênant au début du cinéma, mais que l'on est arrivé à corriger, il a tendance à tourner et à déplacer ainsi le cratère, ce qui gêne beaucoup la projection.

Pour le maintenir au centre, on a eu l'idée d'employer au pôle positif des charbons à *mèche*, c'est-à-dire que le charbon positif est creux comme un tube et contient dans ce tube une mèche constituée par une matière plus tendre et plus conductrice qui retient l'arc au centre, et fait ressembler le charbon positif à un vrai crayon ordinaire.

Position des charbons. — Les premières lampes à arc utilisées pour l'éclairage des rues avaient leurs charbons verticaux, le positif en haut, la nappe de lumière émanant du cratère couvrait donc le sol en dessous et le résultat était atteint. Quand Foucault voulut faire de la projection, il plaça une de ses lampes (dont le rapprochement des charbons était obtenu automatiquement par un mouvement d'horlogerie) dans une lanterne, l'arc étant au centre du système optique, mais par la suite, comme on avait reconnu que le cratère était de beaucoup plus éclairant que la flamme ou arc, on inclina les charbons et pendant longtemps on réalisa pour la projection des lampes à charbons inclinés. Beaucoup de cinémas utilisèrent de telles lampes, puis quand

on eut reconnu la supériorité des systèmes optiques à miroir sur ceux à lentilles (les lentilles absorbant plus de lumière que les miroirs) on réalisa des lampes à charbons horizontaux qui sont presque partout en usage aujourd'hui.

Examinons d'abord une de ces anciennes lampes (fig. 69), qu'y trouvons-nous?

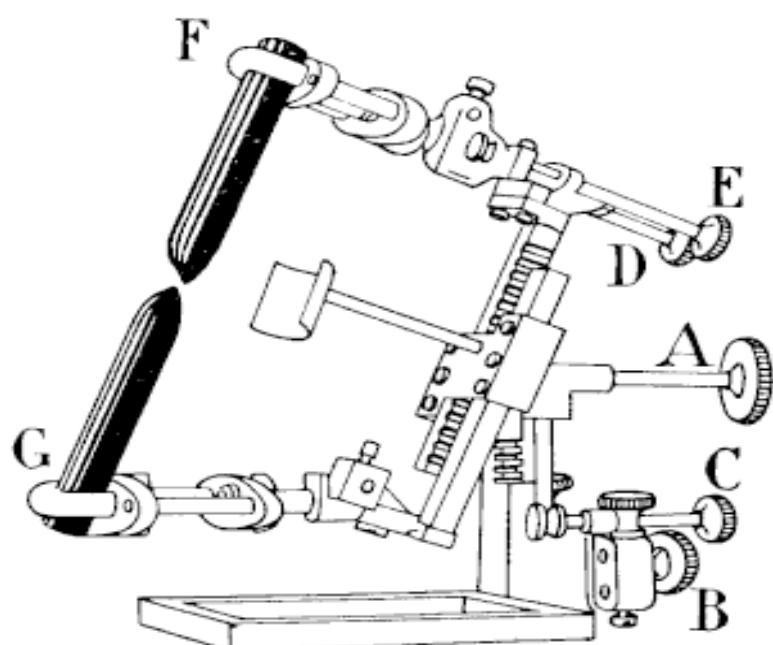


Fig. 69. — Lampe à arc de projection à charbons inclinés

1^o Tout d'abord un bouton A, au centre, actionnant une double crémaillère provoquant le *rapprochement* ou l'éloignement des charbons, c'est ce bouton que l'on devra de temps en temps tourner pendant la projection pour rapprocher les charbons au fur et à mesure de leur usure;

2^o Un bouton B, qui permet de faire *monter* ou *descendre* l'ensemble des deux charbons pour centrer le faisceau lumineux;

3° Un bouton C, qui fait pivoter à droite ou à gauche l'ensemble des deux charbons, toujours pour le centrage. Ces deux boutons B et C servent à maintenir l'écran également éclairé dans toutes ses parties, ce qui est obtenu quand le cratère du charbon F est bien dans l'axe optique.

Le bouton D sert à régler le déplacement d'arrière en avant d'un des charbons par rapport à l'autre et

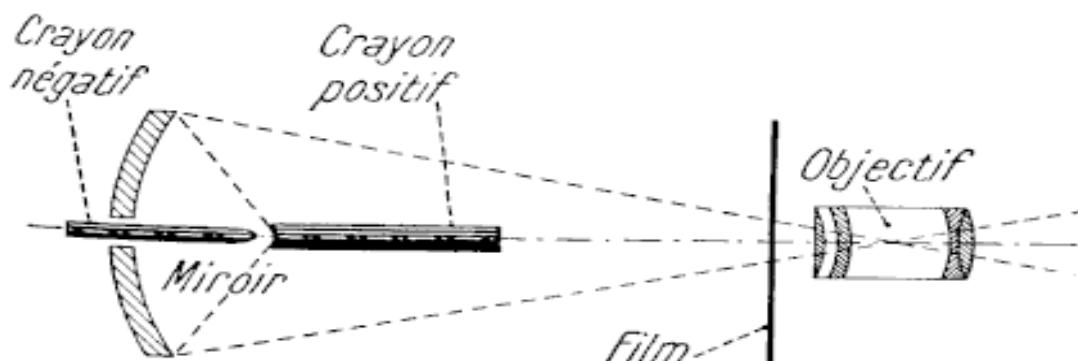


Fig. 70. — Schéma de la marche des rayons lumineux dans un projecteur à miroir.

le bouton E sert à obtenir le déplacement latéral du charbon supérieur par rapport à l'autre.

En somme, quand avec la manœuvre préalable des boutons B et C, et au besoin E et D, on a obtenu un bon centrage du cratère, c'est-à-dire un écran uniformément éclairé, on n'a plus pendant la projection qu'à agir sur le bouton A, pour compenser l'usure des charbons.

Les charbons sont fixés aux porte-charbons par des étriers F et G, qui s'ouvrent rapidement avec une clef à béquille et qui laissent tomber les charbons pour leur remplacement (les porte-charbons étant très chauds en marche, on ne peut dégager les charbons qu'en s'aidant d'une pince et d'une clef).

Nous avons dit que les premiers appareils de projection comportaient des lentilles en verre, pour concentrer le faisceau lumineux issu du cratère sur la pellicule mouvante portant les images à projeter. Or, on a reconnu que ces lentilles absorbaient pas mal de lumière et que l'on obtenait de bien meilleurs résultats avec un bon miroir.

On a été conduit à renverser la disposition précédente, d'abord les charbons ont été placés horizontalement dans l'axe du miroir (fig. 71), ensuite le crayon positif a été disposé en face du miroir de telle façon que son cratère puisse envoyer toute sa lumière sur le miroir.

On objectera que le négatif occultera une partie du cratère, mais on youdra bien remarquer qu'il s'en tient à une certaine distance et que, d'autre part, on prend aujourd'hui des crayons très petits que l'on métallise à la surface pour leur donner une bonne conductibilité et qui n'enlèvent rien, ou très peu, au faisceau lumineux issu du cratère.

Cette disposition s'est traduite du reste par un résultat remarquable, c'est-à-dire par une économie de près de 75 p. 100 de courant à éclairement égal de l'écran par rapport aux anciennes lanternes à charbons inclinés et à système optique à lentilles.

La manipulation de ces nouvelles lampes est sensiblement identique aux précédentes :

Un bouton A règle le rapprochement des charbons par une vis (à filets en sens inverse à partir du milieu), le bouton B sert à éléver ou à descendre la lampe pour la centrer, le bouton C réalise le réglage latéral, D le centrage du négatif, et enfin E est un bouton qui sert à éloigner ou à rapprocher le miroir

du cratère et à obtenir ainsi un faisceau plus ou moins divergent.

Le charbon négatif n'est plus tenu par une pince, il est passé dans une douille ressemblant un peu à un porte-fusain. L'ensemble peut passer par un trou pratiqué au centre du miroir et évite ainsi les déchets de charbon, le négatif pouvant être usé presque

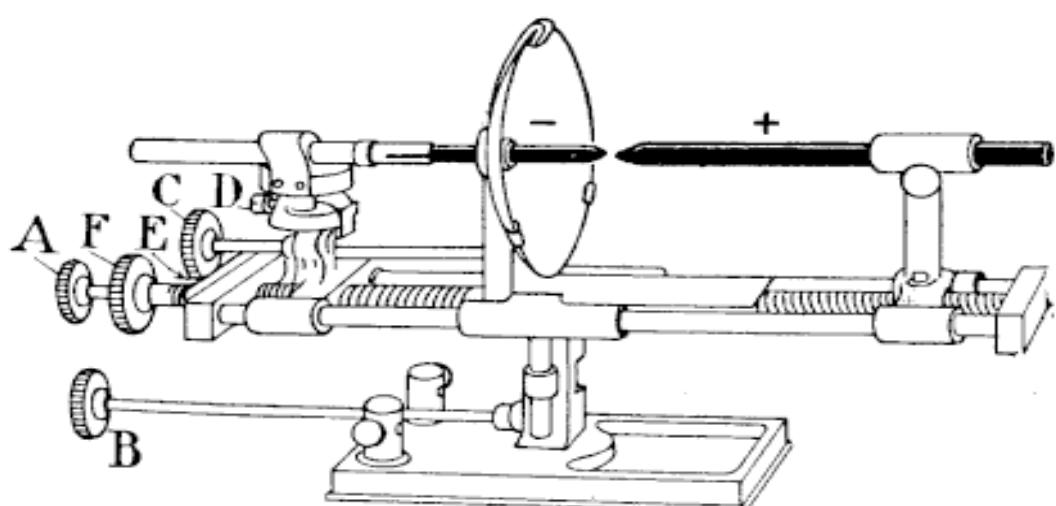


Fig. 71. — Lampe à arc de projection à carbons horizontaux et à miroir.

jusqu'au bout tandis que s'il était pris dans une mâchoire, il faudrait le remplacer dès que la mâchoire arriverait au miroir.

Système optique des lanternes de projection.

— Nous avons vu qu'il y a deux procédés optiques utilisés actuellement pour les projections d'images : 1^o le procédé à lentilles utilisé dès le début et 2^o le procédé à miroir, mais tous les deux emploient un même organe : *l'objectif*. En principe, on cherche à faire passer la lumière émise par la source à travers l'image à projeter, et le faisceau est ensuite dirigé

sur un objectif qui l'agrandit et le disperse sur l'écran.

1^o *Système à lentilles*. — On dispose entre la source et l'image soit une lentille biconvexe, ou deux lentilles plan-convexes se tournant le dos (fig. 72). Ce système appelé *condensateur*, comme son nom l'in-

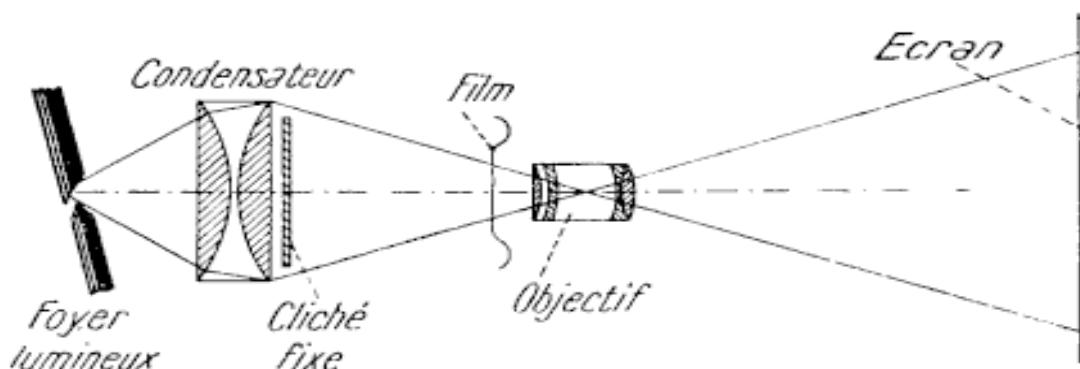


Fig. 72. — Places respectives du film ou d'un cliché dans un même appareil de projection.

dique, concentre la lumière de la source sur l'image à projeter.

Un objectif placé à la suite du faisceau ayant traversé l'image et analogue à un objectif photographique, joue ici un rôle inverse : alors qu'en photographie il a pour but de donner sur la glace dépolie une image *réduite* des objets placés devant, il donne avec la lanterne de projection une image agrandie de la photographie éclairée par la source. L'ensemble constitue, en somme, tout simplement un appareil d'agrandissement. Comme nous l'avons déjà montré, le système de projection par lentilles ou condensateur tend à disparaître, les lentilles étant en verre épais absorbent beaucoup de lumière et de plus cassent souvent sous l'effet de la chaleur de l'arc, chose très

désagréable en cours de projection et assez coûteuse si elle se renouvelle.

2^o *Système à miroir.* — Tandis que dans le système à lentille, le cratère est disposé dans le sens du faisceau lumineux, c'est-à-dire tourné vers le film et vers l'écran; dans le système à miroir, le cratère fait

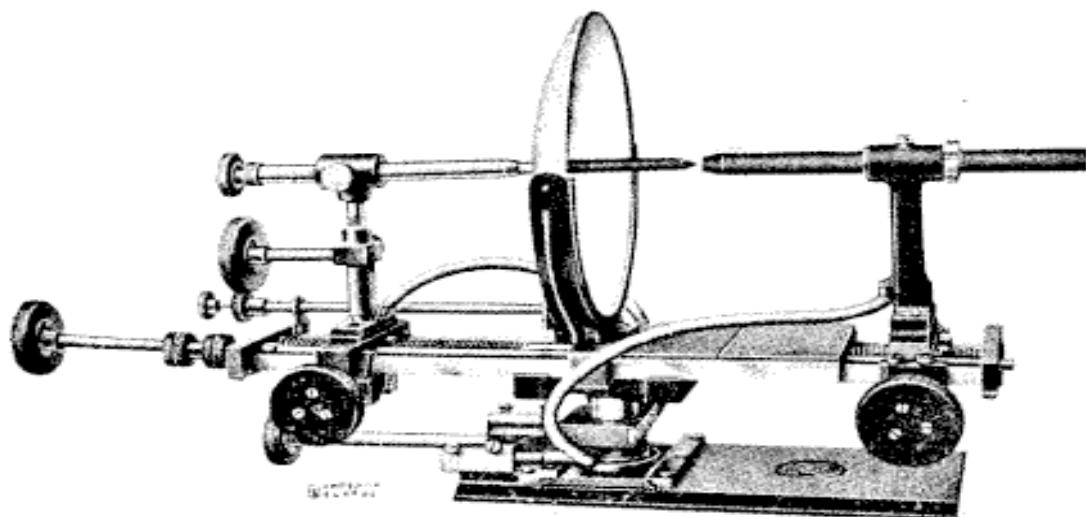


Fig. 73. — Lampe à arc à miroir MIP (Continsouza et Barré).

face au miroir et se trouve orienté vers l'arrière de la lanterne (fig. 71 et 73).

Le miroir que l'on faisait autrefois en verre est aujourd'hui en *pyrex*, c'est-à-dire en verre ne cassant pas à la chaleur (verre spécial ayant un coefficient de dilatation sensiblement nul, donc insensible aux variations de température).

Ce miroir d'apparence sphérique est en réalité *parabolique*, c'est-à-dire que sa courbure est plus accentuée vers le centre que sur les bords, cela afin de mieux concentrer les rayons lumineux émanant du cratère.

En déplaçant le miroir par rapport à la source

lumineuse, on provoque l'élargissement ou le rétrécissement du faisceau réfléchi (fig. 74).

Il absorbe peu de lumière et c'est pour cela qu'il est beaucoup plus avantageux que les lentilles, mais il y a le revers de la médaille, le miroir réfléchit aussi bien les rayons calorifiques (infra-rouges) et tandis que ces rayons sont en partie arrêtés dans les lentilles,

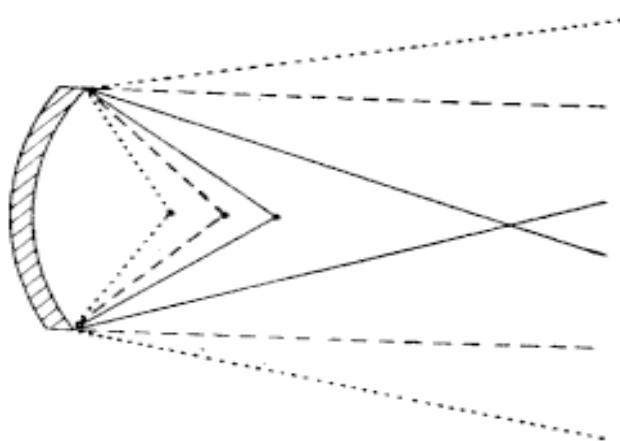
ils sont envoyés par le miroir sur le film qui peut *prendre feu* avec beaucoup plus de facilité qu'avec les lentilles.

Donc on devra se souvenir que si le miroir envoie près de quatre fois plus de lumière que les lentilles à

Fig. 74. — Miroir concave montrant la divergence du faisceau lumineux suivant la position de la source.

intensité lumineuse égale de la source, il envoie aussi quatre fois plus de chaleur que les lentilles. Dans ces conditions, on ne saurait trop prendre de précautions, c'est-à-dire employer des systèmes de refroidissement efficaces tels que la cuve à eau classique ou des souffleries avec volets automatiques.

L'objectif. — L'objectif, comme nous l'avons dit, réalise l'agrandissement de l'image ou du cliché à projeter convenablement éclairé par la source dont le faisceau de lumière a été concentré par un condensateur ou un miroir. Le choix de cet objectif dépend de la grandeur de la salle ou plutôt de la



distance de l'appareil de projection à l'écran et de la dimension de l'écran (1).

On peut écrire la proportion suivante qui servira de base à toute installation :

$$\frac{\text{image}}{\text{objet}} = \frac{\text{distance à l'écran (recul)}}{\text{foyer}}$$

Généralement, on connaît l'objet, c'est-à-dire la

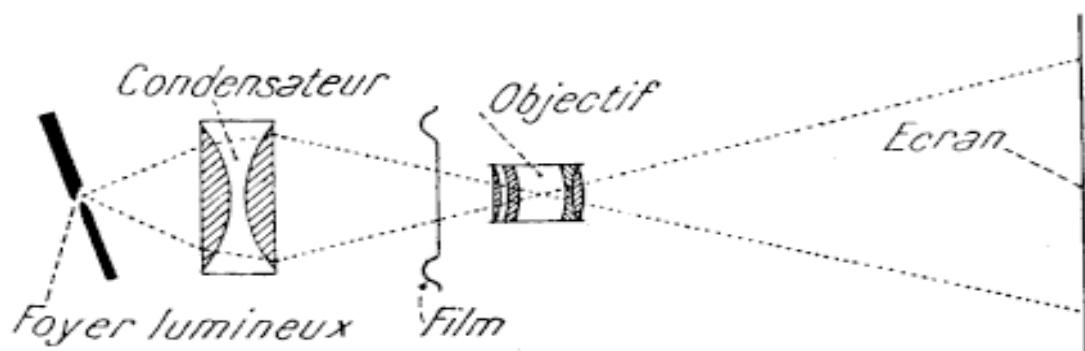


Fig. 75. — Marche des rayons lumineux dans un appareil de projection avec condensateur.

grandeur de l'écran à couvrir et la longueur de la salle ou distance de l'appareil à l'écran (recul). S'il s'agit d'images de films normaux ayant une largeur de 24 millimètres, on peut trouver facilement la valeur du foyer de l'objectif. (Les objectifs se classent par leur foyer, on dit un objectif de 50, 60, 70 millimètres de foyer). Prenons un exemple, soit un écran de 4 mètres, ou 4000 mm. de largeur (objet), un recul (distance de l'appareil à l'écran de 10 mètres, c'est-à-dire 10000 millimètres, puisque l'image à projeter

(1) Voir *Vade Mecum de l'opérateur et de l'exploitant cinématographiste*, par R. FILMOS.

est évaluée elle-même en millimètres, 24 mm.), nous écrirons la proportion :

$$\frac{4.000}{24} = \frac{10.000}{\text{foyer}}$$

d'où on tire facilement.

$$\text{foyer} = \frac{10.000 \times 24}{4.000} = \frac{240}{4} = 60$$

L'objectif devra donc avoir 60 millimètres de foyer.

Pour les projections lumineuses on doit disposer le condensateur de telle façon que la convergence des rayons se fasse sur l'axe même de l'objectif et très légèrement en avant (fig. 75). Le film devra être par suite traversé par le faisceau lumineux à l'endroit où ce dernier couvre entièrement l'image à projeter qui a environ 30 mm. de largeur.

Il en résulte que lorsqu'on veut projeter des clichés sur verre de dimensions 8 cm. \times 9 cm. qui sont bien plus grands que les images des pellicules cinématographiques, ces clichés devront être bien plus rapprochés du condensateur (fig. 72).

Remarque. — Les lanternes de projection très puissantes (100 à 200 ampères) comportent souvent des lampes avec crayons de charbon formant un angle presque droit, pour mieux dégager le cratère, le crayon positif étant horizontal, elles sont aussi à la fois à miroir et à condensateur.

CHAPITRE II

L'appareil dérouleur de films.

Principe. — Quel que soit le système optique employé : à lentilles formant condensateur ou à miroir, le film portant les images à projeter défile entre la source lumineuse et l'objectif où il occupe exactement la place des clichés en verre des anciennes lanternes dites « magiques » ou des appareils de projection. Mais comme nous l'avons vu (p. 6) on ne peut se contenter de faire défiler purement et simplement les vues devant l'objectif, il faut, pour avoir une bonne projection :

1^o Faire descendre la vue à la place qu'elle doit occuper et l'y arrêter;

2^o Démasquer l'objectif exactement comme en photographie afin de faire apparaître l'image agrandie sur l'écran;

3^o Fermer l'objectif et remplacer la vue par la suivante et ainsi de suite.

Or, si l'on songe que dans les appareils sonores actuels le défilement se fait à raison de 24 images à la seconde on voit combien doivent être à la fois rapides et précises ces trois opérations.

Croix de Malte. — Nous avons vu (page 7) que l'on confiait à la *croix de Malte* le soin d'entraîner le film à intervalles périodiques pour remplacer une image par une autre et de l'immobiliser pendant tout le temps que dure la projection, c'est-à-dire moins d'un dixième de seconde.

Les deux figures 76 et 77 représentent, agrandies, deux positions de la croix de Malte.

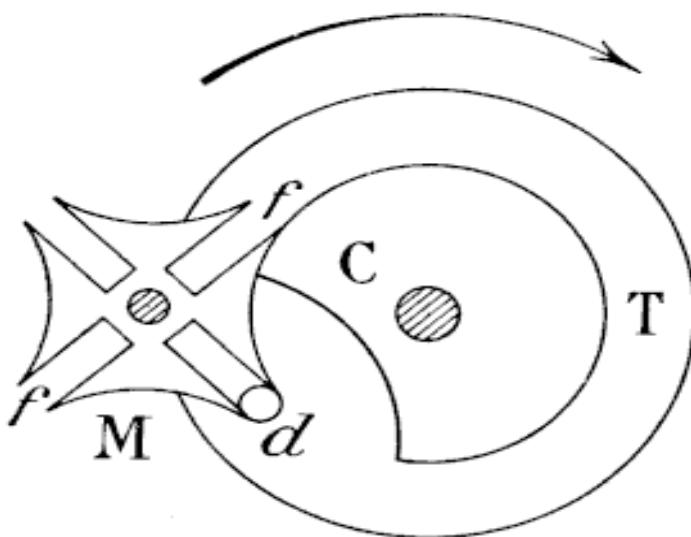


Fig. 76. — Croix de Malte au moment de son entraînement.

Le film passant sur un cylindre calé sur l'axe de la croix de Malte engrène, grâce à ses perforations,

dans des dents que porte ce cylindre à la façon d'une chaîne de bicyclette sur un pignon denté.

La croix de Malte est entraînée à chaque tour du tambour T par un doigt d qui s'engage dans une de ses rainures (fig. 76) comme le boudin des roues d'un wagon, dans un aiguillage et s'en échappe (fig. 77) une fois qu'il l'a entraînée d'un quart de tour.

Pour permettre ce mouvement, le tambour C porte une échancrure dans laquelle glisse en tournant la croix de Malte. Mais une fois que le doigt d s'est échappé de la dent de la croix de Malte, l'échancrure aussi continue à se déplacer et c'est son dos qui

vient se coller contre la partie courbe de la croix (fig. 77) l'empêchant absolument de tourner.

Ainsi donc le but que l'on se proposait est atteint; 1^o le film descend pendant que la croix de Malte est entraînée d'un quart de tour et 2^o tandis que l'objectif se démasque grâce à l'obturateur placé en avant (à droite fig. 1) le film reste immobilisé, ce qui permet d'avoir une projection nette sur l'écran; puis : 3^o le doigt d'entraîne de nouveau la croix de Malte d'un quart de tour (fig. 76) pendant que l'obturateur bouche l'objectif, une autre image vient prendre la place de la précédente, s'immobilise (position de la fig. 77) et... ainsi de suite.

En général, la croix de Malte et son tambour d'entraînement sont enfermés dans un boîtier étanche appelé carter contenant un peu d'huile dans laquelle *barbotent* les pièces en mouvement comme les bielles d'un moteur d'automobile. De cette façon l'ensemble reste parfaitement graissé et l'on n'a pas à craindre de *grippage* qui aurait des conséquences néfastes pour la projection (arrêt immédiat de l'appareil et inflammation du film s'il n'y a pas de protection).

Comme on le devine, le mécanisme de la croix de Malte demande une très grande précision dans sa

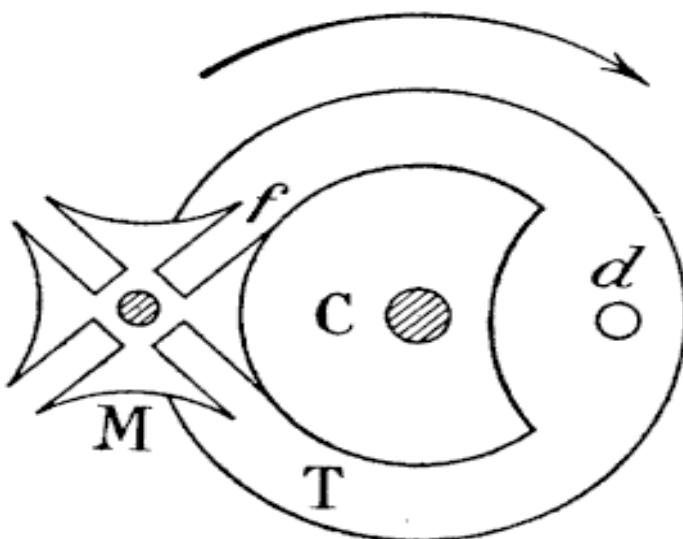


Fig. 77. — Croix de Malte bloquée.

construction, il faut un parfait ajustage pour que la marche soit régulière et sans à-coups.

Appareil dérouleur. — La figure 1 qui représente le schéma ou la coupe d'un appareil de déroulement de film se comprend maintenant facilement : nous voyons en haut le carter supérieur A dans lequel on place le film à projeter (1), le premier tambour denté d'entraînement C (ces tambours dentés sont appelés communément *hérissons* à cause de leur forme), aussitôt après le film forme une boucle, c'est-à-dire présente du mou, ce qui lui permet de descendre sans se casser à chaque saccade de la croix de Malte, puis le film passe par le cadre presseur K devant la fenêtre de projection F située dans l'arc optique de la lanterne. A sa sortie il est saisi par le cylindre d'entraînement intermittent M placé sur l'axe de la croix de Malte et il est maintenu pressé contre ce cylindre par des

patins compresseurs P (fig. 78) montés sur une porte qui s'ouvre pour permettre la mise en place. Décrivant une dernière boucle, et entraîné par le tambour S, le film s'enroule dans le carter inférieur T.

Cadre presseur.

— Signalons en passant le mode de construction du

(1) Il est bon de noter que les bobines de film de 400 mètres que l'on peut mettre dans les carters pèsent près de 3 kilogrammes, l'axe généralement monté sur billes doit être très mobile pour permettre l'entraînement.

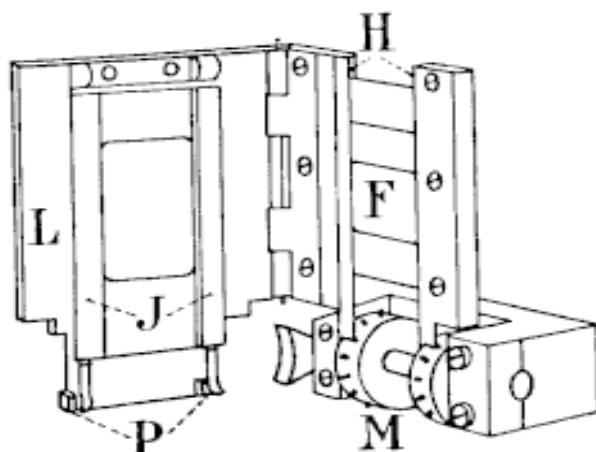


Fig. 78. — Cadre presseur ouvert.

cadre presseur L P (fig. 1) donné, en détail par la figure 78, qui représente ce cadre ouvert.

Le film qui le traverse est maintenu pressé contre les glissières H par un cadre J monté sur charnières et s'ouvrant comme une porte. Au milieu, une fenêtre F, devant laquelle s'arrête l'image à projeter, se trouve exactement dans l'axe du faisceau lumineux assurant la projection.

Les glissières en acier poli sont recouvertes de velours ou de peau de chamois pour ne pas rayer la gélatine qui recouvre le film. De petits ressorts K (fig. 1) assurent un doux serrage qui maintient le film tendu sans gêner son mouvement (si le serrage est trop fort le film se déchire), et s'il est trop doux le film ne resterait pas immobile pendant la projection ce qui serait très désagréable pour les spectateurs). En bas en M se trouve le cylindre d'entraînement intermittent calé sur l'axe de croix de Malte, le film est maintenu pressé contre ce cylindre, avons-nous dit, par les patins compresseurs P attenant à la porte L. La croix de Malte est enfermée dans un carter voisin du cylindre M.

Obturateur. — Nous avons vu que le cinématographe est basé sur une propriété de la rétine de l'œil humain qui lui permet de conserver, pendant un peu moins d'un dixième de seconde, une image qui l'a impressionnée, si bien que si pendant cet intervalle on substitue une deuxième image à la première elles se fondront ensemble et l'œil nous donnera l'illusion de la continuité. Pour aider la chose et supprimer le *scintillement* si désagréable avec les premiers appareils on a disposé dans le trajet du faisceau lumineux assurant la projection un écran formé de

pales qui viennent boucher l'objectif pendant que se fait *l'escamotage* des images. Cet écran est monté sur un axe actionné par engrenages par le même

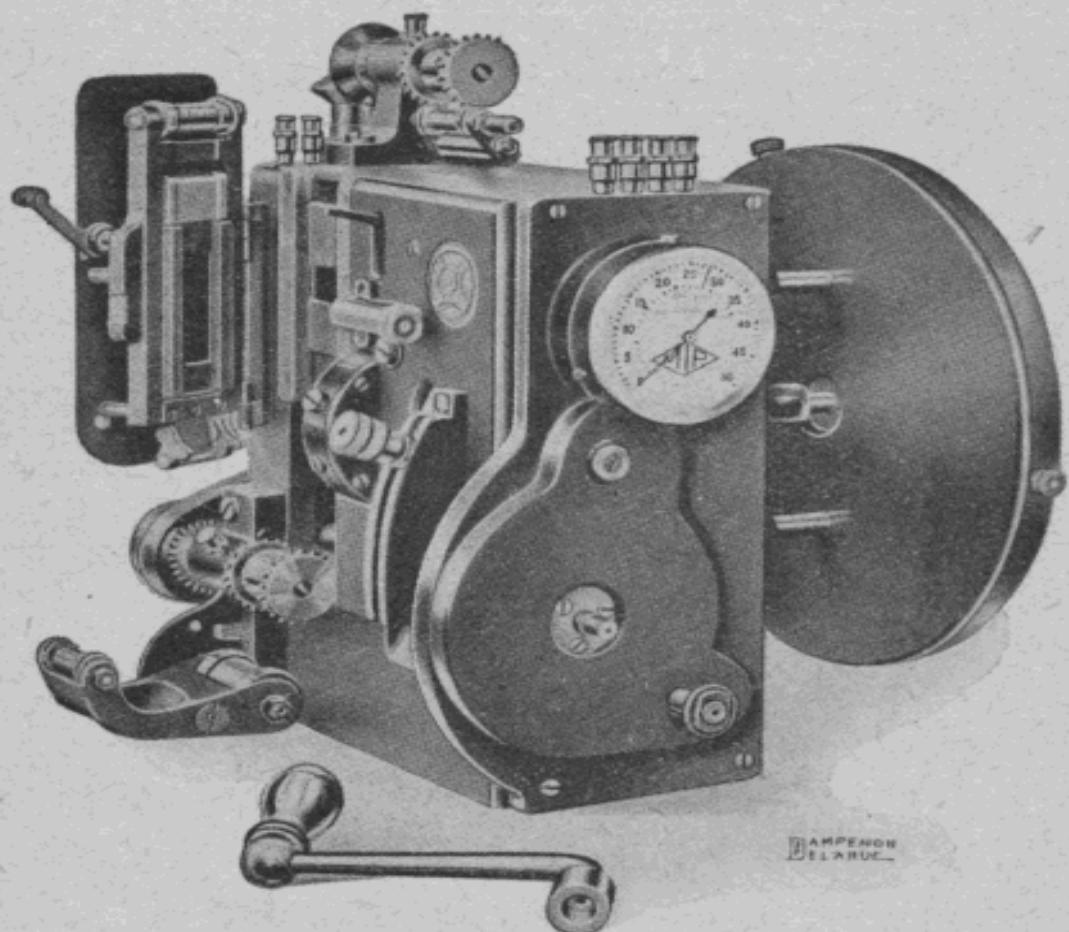


Fig. 79. — Vue du projecteur MIP à grande croix (Coutinsouza et Barré).

mécanisme que celui qui entraîne les rouleaux d'entraînement de façon à marcher synchroniquement avec le mécanisme général.

Axe de ré-enroulement. — Le rebobinage du film dans le carter inférieur T ne souffrirait pas de difficulté s'il s'agissait d'une petite bobine, mais avec des longueurs de films de 400 mètres, on comprend

facilement que la vitesse de rebobinage doit aller en *décroissant* à mesure que le diamètre de la partie enroulée augmente. Pour éviter l'emploi d'un méca-

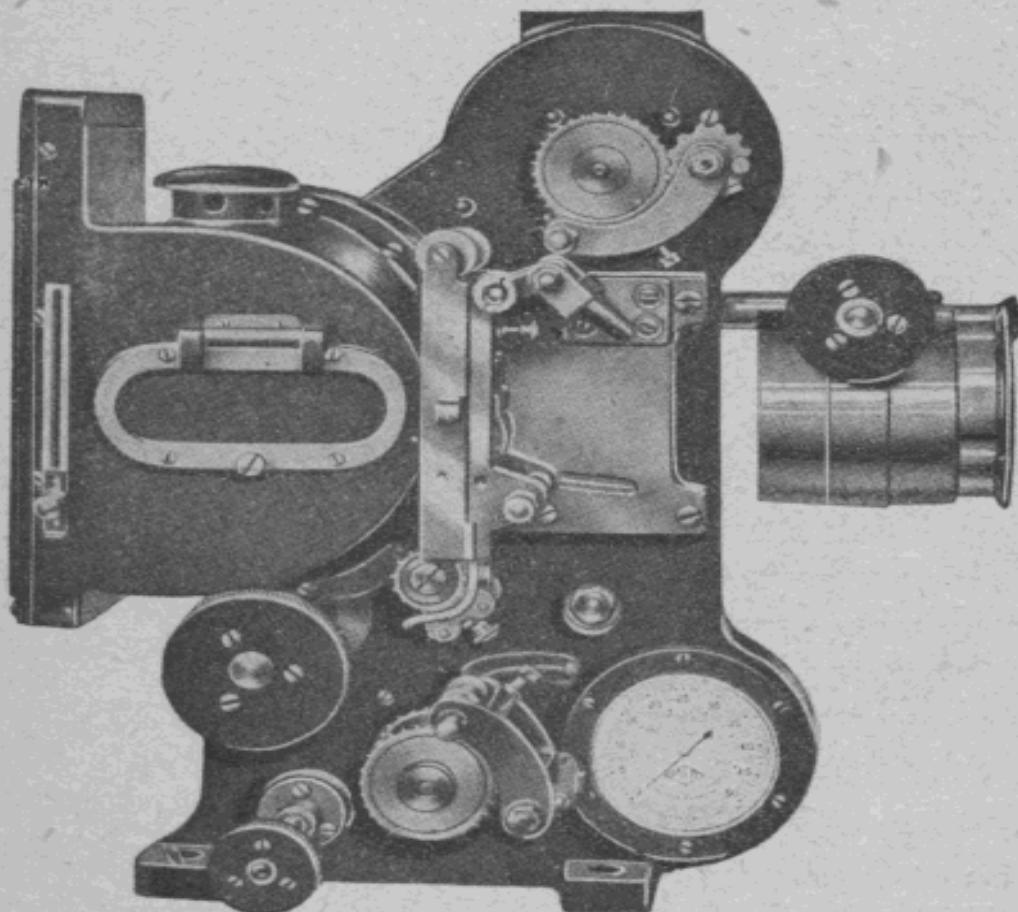


Fig. 80. — Vue du projecteur MIP à obturateur-ventilateur (Continsouza et Barré).

nisme compliqué, la bobine inférieure reçoit son mouvement du mécanisme général par l'intermédiaire d'un système à *friction* qui, tout en transmettant un couple suffisant pour l'enroulement régulier de la pellicule, permet un certain *glissement* pour que la bobine modère son allure à la fin de l'enroulement. Ces petits détails, et surtout la présence des boucles ou du mou en avant et en arrière du mécanisme, ont

leur importance pour la bonne tenue de la projection.

Cadrage. — Il peut arriver, que par suite de l'emploi d'un film cassé et réparé à la hâte ou même simplement parce qu'en plaçant le film sur l'appareil de projection, la première image n'ait pas été mise exactement devant la fenêtre de projection et qu'alors il apparaisse sur l'écran deux images et leur séparation; on dit alors qu'il y a « décadrage ».

Cet inconvénient persisterait au cours de la projection et serait très désagréable à observer par les spectateurs si les constructeurs n'avaient pas prévu un dispositif permettant de déplacer en marche la fenêtre de projection par rapport à l'objectif. Il suffit de disposer d'un parcours de 19 millimètres, soit un peu plus de la hauteur d'une image, à l'aide d'un bouton ou d'un levier jusqu'à ce que l'image prenne complètement sa place normale sur l'écran. Bien des dispositifs ont été imaginés pour cela mais ils se traduisent tous en somme par un décalage en marche de la pellicule.

Refroidissement du film et appareils de sécurité. — Les pellicules ou films en celluloïd étant extrêmement inflammables (1), nous avons déjà montré et ne cessons de le répéter que leur arrêt devant le faisceau lumineux provenant des lampes à arc est extrêmement dangereux par suite de *l'inflammation immédiate* de la pellicule qui en résulte. Si le fait se produit il faut immédiatement retirer les carters avec les bobines qu'ils contiennent et les projeter dans un baquet plein d'eau ou au dehors.

Pour cette raison, la projection ne doit se faire

(1) Rappelons que le celluloïd est en somme un mélange de *colophondre* et de *camphre*.

qu'avec les carters *fermés* afin de pouvoir les manipuler facilement en cas d'inflammation du film. Mais on doit avant tout éviter que l'inflammation se produise, c'est pourquoi les règlements en vigueur prévoient, dans tous les pays, des dispositifs de refroidissement du film et son obturation en cas d'arrêt du mécanisme d'entraînement.

Avec les films ininflammables, ce danger est moindre, mais leur refroidissement s'impose, car s'ils ne prennent pas feu en cas d'arrêt devant le faisceau lumineux ils se boursoufle et se déforment, ce qui constitue toujours une perte pour l'exploitant.

Cuve à eau. — Le plus ancien procédé utilisé pour absorber les rayons calorifiques passant par le faisceau lumineux consiste à interposer entre la source lumineuse et la pellicule une cuve en verre contenant de l'eau aussi claire que possible (fig. 81).

Ces cuves doivent être entretenues dans un grand état de propreté, car l'eau qu'elles contiennent finit toujours par laisser un dépôt qui réduit la transparence du verre. De plus, si l'échauffement est rapide il se produit des bulles gênantes et en outre les verres peuvent casser. On emploie couramment depuis quelque temps des cuves « à circulation » (fig. 82) qui reçoivent par un tube en caoutchouc l'eau de la canalisation filtrée au préalable pour n'apporter aucune impureté. Il n'est pas besoin d'un grand débit, 15 à 20 gouttes par seconde suffisent avec un faisceau lumineux normal.

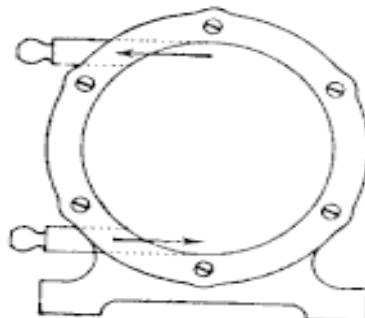


Fig. 81. — Schéma d'une cuve à eau à circulation.

Souffleries et volets automatiques. — Les cuves à eau absorbant pas mal de lumière ne jouissent pas

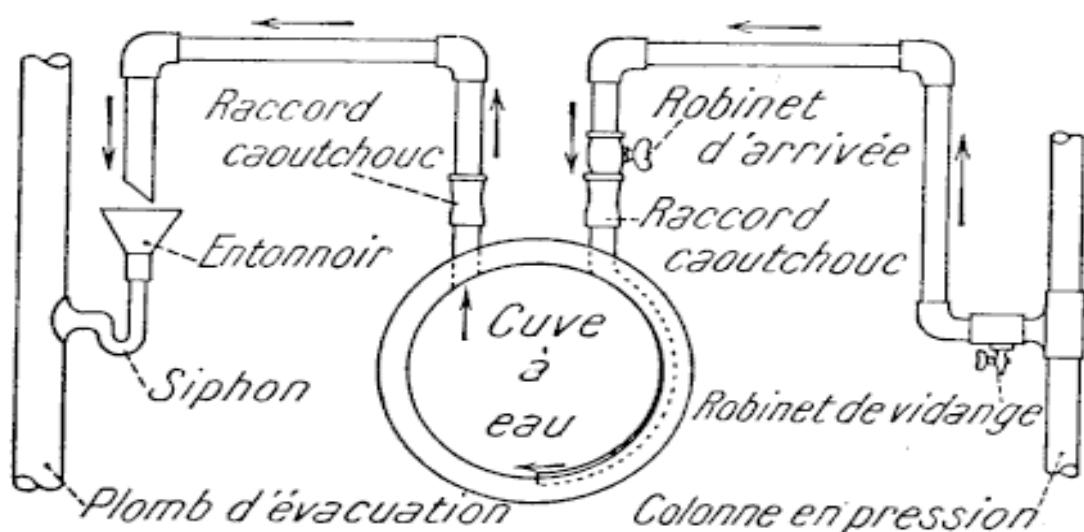


Fig. 82. — Schéma du montage d'une cuve à eau à circulation.

d'une grande popularité auprès des opérateurs qui bien souvent les laissent de côté au risque d'avoir des accidents graves, aussi les constructeurs d'appareils de projections cinématographiques ont-ils eu l'idée de refroidir le film par un courant d'air énergique produit par un ventilateur entraîné, soit par le mécanisme général, soit par un moteur spécial. Le jet d'air projeté vient lécher et refroidir la partie du film traversé par le faisceau lumineux.

Un volet métallique placé en avant et très mobile est maintenu horizontal, c'est-à-dire soulevé par le jet d'air. Si le courant d'air cesse ou diminue de valeur, le volet retombe et obture le faisceau lumineux, ce qui empêche son inflammation, le refroidissement n'existant plus ou n'étant pas suffisant. En général, les appareils comportent un deuxième volet métallique placé lui aussi entre la source lumineuse et le

film ; ce volet maintenu soulevé par la force centrifuge agissant sur un mobile du mécanisme retombe par son propre poids dès que la vitesse n'est plus suffisante. Dans d'autres systèmes, le volet se ferme dès l'agrandissement de la boucle qui suit une rupture de film.

Certains appareils (MIP, etc.) contiennent un obturateur en forme de tronc de cône placé entre la lampe et le film, assurant à la fois l'obturation et la *ventilation* grâce à la courbure de ses ailes. Ce procédé a en outre l'avantage de diminuer le temps d'exposition du film à la lumière (fig. 80).

Il est bon d'ajouter que la plupart des appareils sont munis en outre d'un volet à main que l'opérateur manœuvre chaque fois qu'il met en place le film et, en général, dès que l'appareil s'arrête.

Notons pour terminer ce qui a trait aux appareils de projection que pour remplacer la fenêtre garnie d'un verre rouge qui permet à l'opérateur de surveiller les charbons en marche, on emploie un système optique par miroir ou prisme qui projette soit sur un écran, soit simplement au plafond l'image de l'arc et des charbons, ce qui permet d'en suivre la taille et de les rapprocher au moment voulu.

De toutes façons on devra observer très scrupuleusement les articles de l'Ordonnance préfectorale concernant l'aménagement des cabines de projection et des salles de cinémas (voir p. 271).

On y trouvera également p. 319 des conseils et des recettes pour rendre incombustibles les tissus, décors, etc., d'après des formules qui ont été établies sous la haute direction de M. KLING, le savant directeur du *Laboratoire municipal de Paris*, formules qui ont fait leurs preuves aujourd'hui.

CHAPITRE III

La cellule photo-électrique.

Principe. — La cellule photo-électrique est l'âme des appareils de reproduction sonore utilisant les films enregistrés d'après les procédés que nous venons de passer en revue dans la première partie de cet ouvrage.

En principe la cellule photo-électrique sert à transformer en oscillations électriques les variations d'intensité lumineuse qu'elle reçoit d'un faisceau qui a traversé la piste sonore d'un film, que cette piste soit à densité constante ou à densité variable.

Les cellules photo-électriques actuellement en usage sont constituées en général par une ampoule en verre sur les parois intérieures de laquelle on a déposé une couche d'argent extrêmement mince, sauf sur une moitié de l'ampoule formant fenêtre. Cette couche d'argent sert à supporter un dépôt de *potassium* ou de *cœsium*, ces métaux dits alcalins qui s'oxydent très facilement à l'air sont déposés sur la couche d'argent par condensation de leur vapeur dans le vide. Par chauffage au chalumeau on a empêché le métal de se déposer dans la région de l'ampoule appelée fenêtre par laquelle la lumière extérieure

peut pénétrer et venir *exciter* la paroi opposée où se trouve le métal alcalin.

Une tige métallique recourbée en forme d'anneau pénètre à travers le verre dans l'ampoule, elle constitue *l'anode* de la cellule. D'autre part la couche

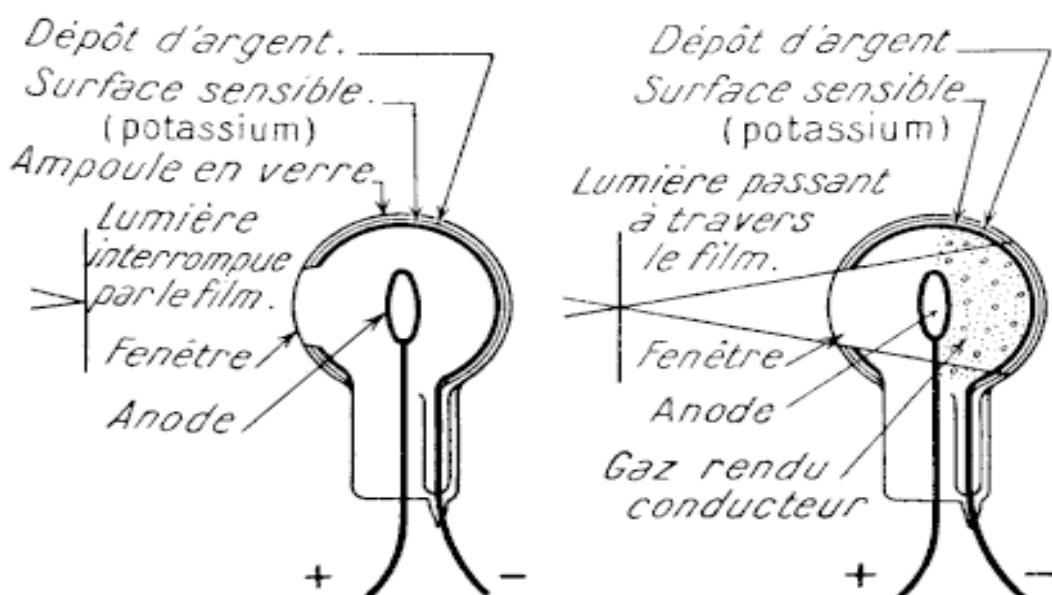


Fig. 83. — Schéma du fonctionnement d'une cellule photo-électrique; à gauche la cellule ne reçoit pas de lumière, aucun courant ne passe; à droite la cellule reçoit de la lumière, le courant passe par le gaz rendu conducteur.

intérieure d'argent qui est recouverte de potassium ou de césium est reliée à un fil qui traverse le verre et constitue l'autre électrode ou *cathode*. Après avoir fait le vide dans l'ampoule on a introduit une toute petite quantité de gaz *argon* (1), qui facilite d'une singulière façon le fonctionnement de l'ampoule. Ceci posé, voyons ce qui se passe quand un rayon lumineux frappera la couche de métal alcalin en pénétrant

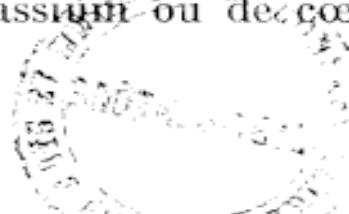
(1) L'argon est avec le néon, le xénon et le crypton un des gaz rares de l'atmosphère, on l'obtient par liquéfaction de l'air après avoir séparé l'azote et l'oxygène (procédés CLAUDE).

par la fenêtre. Si en effet on relie les deux électrodes à un galvanomètre ou un électromètre ultra-sensible et si l'ampoule reçoit par sa fenêtre un rayon de soleil par exemple, il apparaîtra une tension électrique, extrêmement faible, c'est vrai, entre les deux électrodes mais qui sera proportionnelle à l'intensité de lumière reçue. De là le nom de *pile photo-électrique* donné à l'appareil. Mais il y a mieux encore :

Si on relie la couche d'argent et par suite le métal alcalin qu'elle supporte au pôle négatif d'une pile donnant environ 100 volts, la boucle de fil étant reliée au pôle *positif*, on constate que si l'ampoule est maintenue dans l'obscurité, aucun courant ne passe, mais si on envoie un rayon lumineux par la fenêtre de l'ampoule, aussitôt un contact circule et son intensité qui est proportionnelle à la lumière reçue a permis de mesurer celle-ci dans des photomètres spéciaux utilisés en astronomie.

On voit tout de suite l'application à la traduction sonore des films enregistrés par les procédés que nous avons vus, il suffira de faire défiler ces films devant la cellule en les éclairant convenablement de l'autre côté par une lampe fixe. Les différentes teintes de la piste à densité variable ou les hachures de la piste à densité constante laisseront filtrer plus ou moins de lumière et la cellule à son tour laissera passer plus ou moins de courant. C'est ce courant variable considérablement amplifié que nous enverrons dans les haut-parleurs.

En somme la cellule photo-électrique fonctionne un peu comme une lampe à trois électrodes dans laquelle la plaque est représentée par l'anneau métallique relié au pôle positif de la pile et la cathode par la couche de potassium ou de césium déposée



sur l'argent. Mais ici ce n'est plus la chaleur comme dans le filament de la lampe à trois électrodes (p. 53) qui envoie des électrons sur la plaque, c'est la *lumière* qui provoque leur départ de la couche de métal alcalin.

Le gaz argon, que l'on a eu soin d'introduire dans l'ampoule après qu'on y a fait le vide, facilite du reste beaucoup ce départ d'électrons, il joue le rôle d'un canal par lequel passent les électrons (1). Ces cellules doivent être maniées avec beaucoup de soins, il faut les conserver dans des boîtes à l'abri de la lumière qui les détériorerait à la longue, enfin elles ne doivent jamais être placées dans des endroits chauds car au delà de la température de 40° elles risquent de se désagréger intérieurement et de ne plus pouvoir fonctionner. Mais ces précautions étant observées elles peuvent durer fort longtemps.

Cellules au sélénium. — Il existe une autre variété de cellules que l'on a pu employer au début mais qui ont cédé depuis la place aux cellules photo-électriques dans le vide ou dans un gaz inerte tel que l'argon du genre de celles que nous venons de voir, ce sont les cellules au sélénium.

Le *sélénium* (métalloïde de la famille du soufre) est un corps pas très conducteur du courant électrique mais dont la résistance varie dans d'assez grandes proportions quand il passe de l'obscurité à la lumière. C'est évidemment l'idéal pour transformer les varia-

(1) En réalité l'argon s'ionise lorsque le courant passe, c'est-à-dire que ses molécules se désagrègent pour former des ions et des électrons comme dans l'électrolyse, les électrons vont vers l'anode en grossissant le flot de ceux qu'y envoie le métal alcalin, tandis que les ions vont vers la cathode.

tions d'intensité lumineuse d'un faisceau en variations d'intensités d'un courant électrique et c'est pour cela qu'on l'a utilisé dès le début.

Malheureusement ce corps se fatigue assez rapidement en sorte qu'il faut remplacer assez fréquemment les cellules parce qu'elles deviennent paresseuses.

Mais il existe aussi, au sujet du sélénium, une légende tenace qui se perpétue dans les ouvrages les plus sérieux par laquelle les cellules au sélénium sont entachées d'une telle inertie qu'elles ne peuvent plus suivre les variations d'intensité lumineuse dont la fréquence dépasse 1000 per : sec. Si on essaie de réaliser l'expérience avec soin on constate au contraire que le sélénium suit très fidèlement ces variations, mieux que les précédentes cellules, c'est-à-dire presque jusqu'aux fréquences ultra-sonores, ce qui a fait dire qu'avec le sélénium le timbre est mieux conservé (1). La seule chose vraie est qu'il existe un *retard* ou *un décalage* entre le moment où est appliquée la variation lumineuse et celui où apparaît la variation de résistance mais comme ce retard est *constant* pour toutes les fréquences, on ne s'en aperçoit pas dans un appareil de reproduction sonore.

D'autre part, les déboires de certains expérimentateurs peuvent être attribués aux impuretés que contenaient le sélénium qu'ils ont employé et qui le rendent instable. C'est à tel point que, sous l'influence de l'humidité ou de certaines vapeurs de mercure ou d'acides, ou même de la *fumée du tabac*, le sélénium perd rapidement sa sensibilité, ce qui a fait croire à son inertie.

(1) Parce que toutes les fréquences pouvant être reproduites, les harmoniques ne sont pas oubliés.

Il est cependant possible au prix de certaines précautions, telles que sa purification poussée à un haut degré, sa cristallisation convenablement réalisée, d'obtenir des résultats constants, et si l'on considère qu'une cellule au sélénium est beaucoup plus

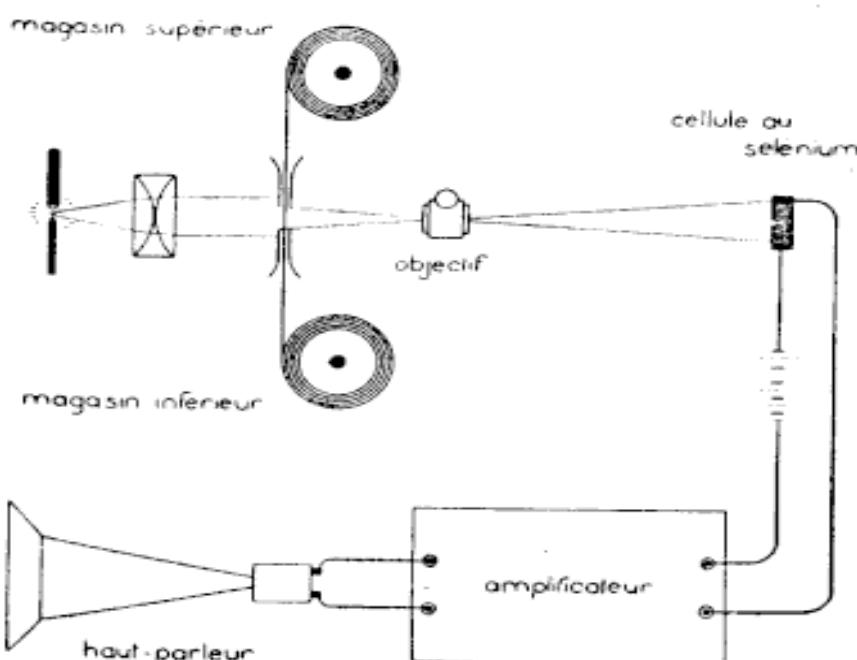


Fig. 84. — Schéma d'un système de reproduction sonore par film et cellule de sélénium.

sensible que les cellules photo-électriques que nous venons de décrire, on comprendra qu'elles aient pu retenir l'attention.

Cependant l'emploi plus facile des cellules au potassium ou au césium, leur régularité de fabrication les ont fait préférer au sélénium dans les appareils de type courant, mais nous ne serions pas surpris si le sélénium, mieux adapté, revenait un jour prendre leur place. Il est en tout cas un fait certain, c'est que la question des cellules est en évolution et que,

tôt ou tard, on enregistrera de grands progrès faits avec ces appareils qui pourront être tout autres que ceux que nous venons de décrire.

Le courant, issu des cellules, est, avons-nous dit, extrêmement faible, il est certainement inférieur à un *millionième* d'ampère, aussi est-il nécessaire de l'amplifier dès sa sortie. Il est de fait que, dans la plupart des appareils de reproduction sonore, les fils amenant ce faible courant n'ont que quelques centimètres de longueur parce que l'amplificateur est placé à côté; on évite ainsi les inductions de courants parasites qui ne manqueraient pas de se produire si les fils suivaient d'autres circuits voisins parcourus par des courants variables plus intenses.

Ce *premier amplificateur* (appelé par abréviation « pré-ampli ») que l'on trouve à côté de la cellule dans la plupart des appareils de reproduction sonore est en général très simple, il est du type à résistance dont le schéma de principe de la page 57 est un exemple. Pour agir sur la première lampe triode, la cellule est montée le plus souvent suivant le schéma ci-contre (fig. 85). Cette cellule reçoit la tension continue et fixe d'une batterie de piles ou d'accumulateurs dite *batterie de polarisation*, qui peut donner entre 80 et 160 volts; elle est reliée à la cellule à travers une résistance de 500.000 ohms environ, dans laquelle, à l'état de repos, il ne passe aucun courant. Si la cellule reçoit de la lumière d'une façon variable, par exemple à travers la piste sonore d'un film, il circule à l'intérieur un courant variable fourni par la batterie de polarisation. Ce courant variable provoque une chute de tension également variable à travers la résistance et ce sont précisément ces

variations de tension que l'on applique à *la grille* de la première lampe du bloc amplificateur.

A cet effet, un condensateur est interposé pour arrêter le courant continu venant de la pile de polarisation, lequel ne doit circuler que dans l'ampoule. La grille est du reste polarisée, elle aussi, par une petite pile spéciale à travers une très grande résistance de 10 millions d'ohms environ.

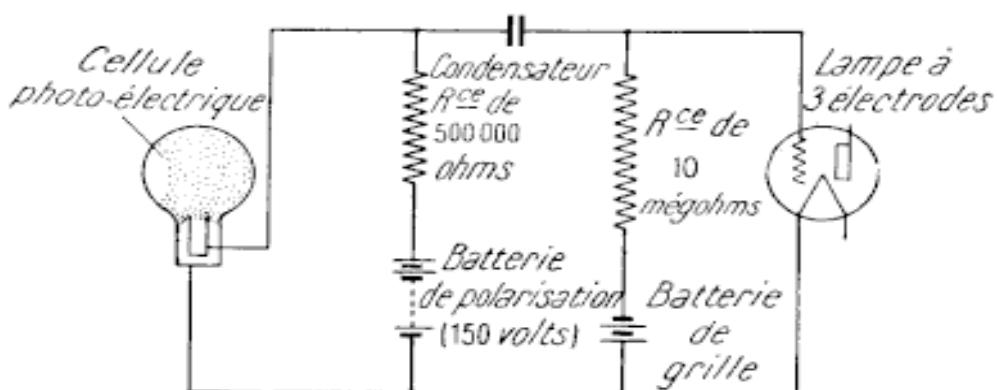


Fig. 85. — Schéma du montage d'une cellule photo-électrique.

Le « pré-ampli » ou amplificateur de cellule comporte généralement 2 ou 3 étages, et son pouvoir multiplicateur est de 1000 environ. Il est contenu dans une boîte entièrement métallique qui renferme aussi le plus souvent la cellule. On s'arrange en tout cas pour que les courants à la sortie de cet amplificateur soient du même ordre de grandeur que celui issu d'un « pick-up » ou d'un reproducteur à aiguille, afin de pouvoir bénéficier du même amplificateur principal, ces courants ayant besoin d'une forte amplification supplémentaire pour pouvoir actionner les haut-parleurs.

La lecture sonore. — On appelle *lecteur sonore*, dans un appareil de cinéma parlant, l'ensemble des

dispositifs utilisés pour traduire en courants électriques variables, les tracés obtenus par l'enregistrement. En particulier, pour utiliser la piste sonore à densité constante, ou à densité variable obtenue sur les films par les procédés que nous avons passé en revue dans la première partie de cet ouvrage, on comprend qu'il suffit d'éclairer cette piste convenablement en la balayant par un pinceau lumineux et de placer derrière une cellule qui sera influencée par les variations de lumière qu'elle recevra à travers la piste sonore (fig. 8). Reliée à de puissants amplificateurs, cette cellule permettra d'obtenir ensuite dans des haut-parleurs la reproduction des sons enregistrés, voilà le principe; en réalité, des difficultés assez grandes se présentent.

Trois principaux procédés ont été utilisés :

1^o *Lecture à travers une fente étroite.* — Le procédé le plus simple, qui vient à l'esprit, consiste à éclairer vivement une fente étroite contre laquelle vient glisser la piste sonore du film, mais employé dès le début il a donné lieu à de nombreux ennuis.

Tout d'abord, il est bon d'appeler tout de suite l'attention sur la finesse d'épaisseur que doit présenter une telle fente. Il est d'usage en effet de faire défiler les films dans les appareils de reproduction sonore à l'allure de 24 *images par seconde*, soit à la vitesse de 456 *millimètres par seconde*, les hauteurs des images étant aujourd'hui partout sensiblement les mêmes.

Si l'on veut bien se reporter au chapitre I : *Qu'est-ce que le son?* on verra que les notes de musique et les sons peuvent être représentés par des ondes dont l'écartement de deux crêtes successives représente la *longueur d'onde*, nous savons aussi que, pendant une

seconde, les branches d'un diapason qui donne le *la*, par exemple sur lequel les musiciens accordent leurs instruments, vont et viennent 435 fois par seconde, autrement dit le temps mis pour aller et revenir est de $\frac{1}{435}$ de seconde.

Un film qui représente l'image de ce son, le *la₃*,

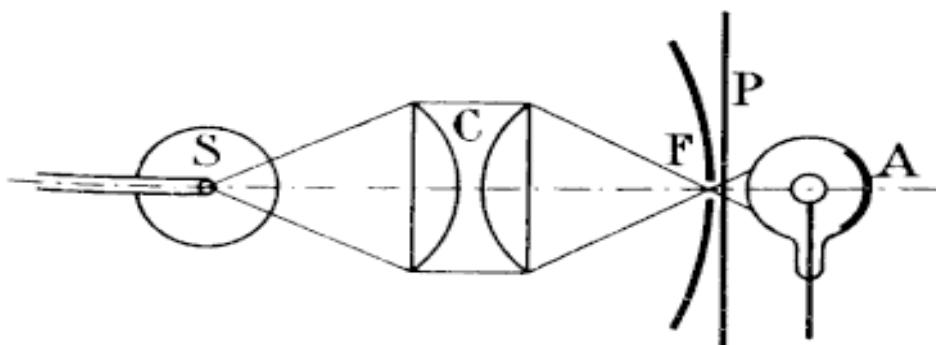


Fig. 86. — Schéma d'un lecteur sonore par contact du film avec la fente.

émis pendant une seconde présentera soit des hachures (densité constante), soit des demi-teintes (densité variable) qui se répèteront 435 fois par seconde et comme la vitesse de défilement est, avons-nous dit, de 456 millimètres par seconde, une période correspondra à $\frac{456}{435}$, soit à 1 millimètre environ.

La fente de notre appareil devra donc avoir au plus 1 millimètre, si l'on veut qu'il passe convenablement le *la₃*; si elle est supérieure à 1 millimètre, elle embrassera plus d'une période et le son passera mal.

Mais le *la₃* a été pris comme exemple, et il y a une foule de sons à une fréquence bien plus élevée, c'est ainsi que l'*ut₃* de la petite flûte en *fa* correspond

à 4138 périodes par seconde. Pour le passer, la fente devra avoir $\frac{456}{4138}$, soit *un dixième de millimètre* au plus.

Nous savons aussi que si quelques sons sont purs,

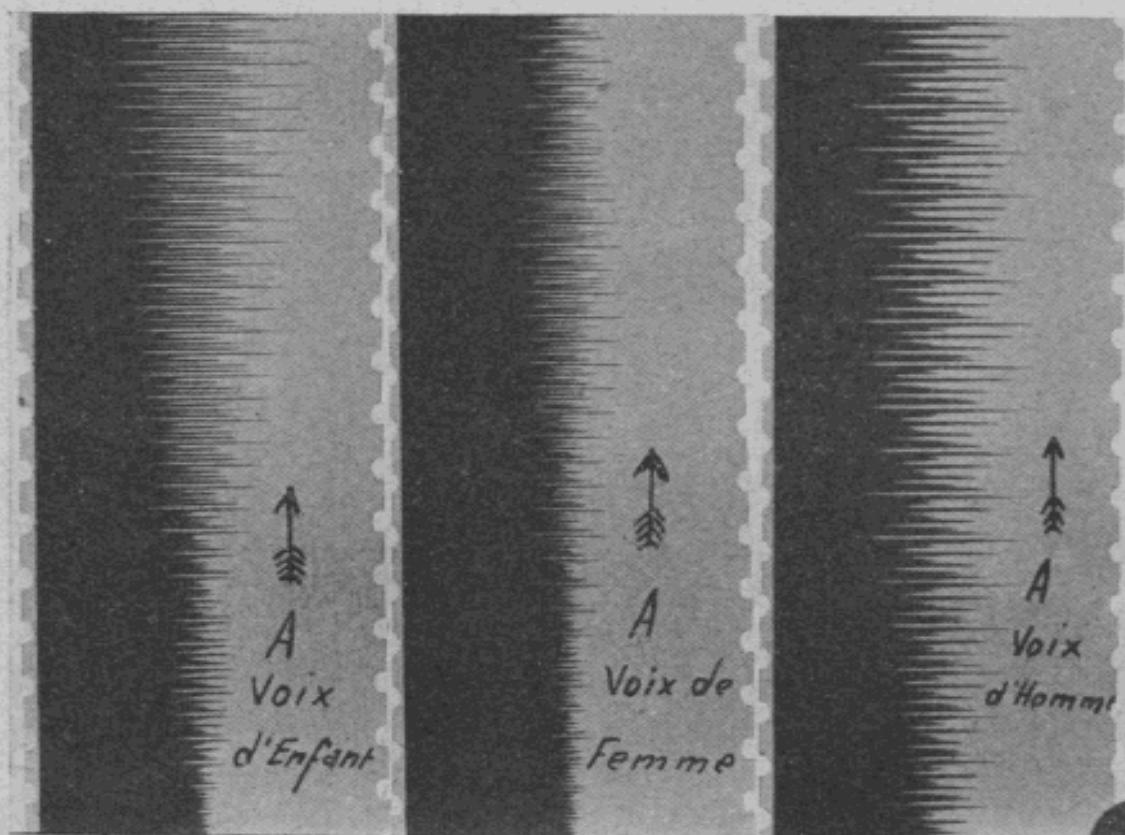


Fig. 87. — Reproduction agrandie d'un enregistrement sur film de la lettre A prononcée par un enfant, une femme, un homme.

d'autres sont composés d'harmoniques, et que si nous voulons conserver le *timbre*, il faudra pouvoir reproduire précisément ces harmoniques qui en forment la base. Il a donc fallu prendre des fentes encore plus petites, afin de pouvoir détailler toutes les notes.

En admettant que l'amplificateur puisse passer la fréquence 12000 per. sec., chiffre qui est relative-

ment élevé, il faudra une fente de *trois centièmes de millimètre* dans le lecteur sonore, puisque cela correspond sensiblement à l'écartement de deux crêtes correspondant à une période de la fréquence 12000,

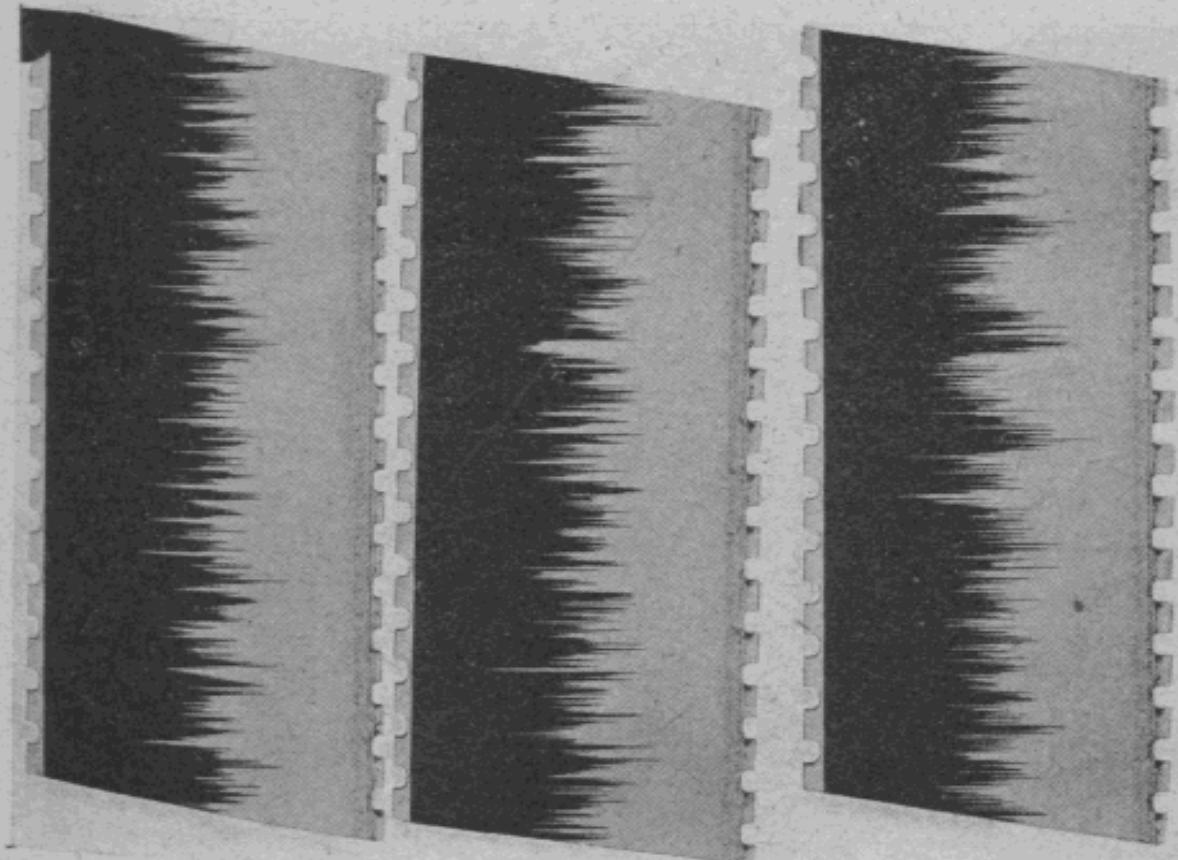


Fig. 88. — Reproduction agrandie de l'enregistrement sur film des sons d'un orchestre de 25 musiciens.

sur un film défilant à la vitesse de 456 millimètres par seconde. Il n'est du reste guère possible d'aller plus loin dans cette voie, car avec des fentes trop petites il peut se produire des phénomènes de *diffraction*, c'est-à-dire que la lumière qui en sort comporte des franges obscures rendant toute reproduction impossible.

Tout ceci montre qu'une fente aussi petite risque d'être bouchée par des poussières arrêtant ou modifiant la reproduction sonore, ces poussières tendent à s'accumuler dans la fente lorsque l'on oblige le film à défiler contre elle. Pour cette raison et d'autres encore, le procédé ci-dessus, malgré sa simplicité, a été abandonné.

2^o *Éclairage direct de la piste sonore.* — On éclaire vivement une certaine portion de la piste sonore et l'on place *derrière* un objectif à court foyer destiné à donner une image agrandie de l'inscription sonore. On fait tomber cette image sur une fenêtre qui ne laisse passer qu'une petite zone de la piste ainsi grossie et l'envoie sur la cellule placée en arrière. Ce procédé a été abandonné pour plusieurs raisons, d'abord il échauffe inutilement une large portion de film qui peut s'enflammer à l'arrêt si la lumière est très intense, ensuite pour avoir un grossissement convenable afin de détailler toutes les notes, il faut prévoir une distance assez grande.

Il n'y a optiquement que deux moyens pour résoudre ce problème :

a) Réaliser un objectif de longueur focale de l'ordre de 2 à 3 millimètres et travailler avec une photo-cellule à distance relativement modérée;

b) Travailler avec un objectif à court foyer (10 à 15 millimètres) et placer la photo-cellule à très grande distance de la pellicule.

1^{er} *exemple* : lecture d'une inscription de fréquence 4 500. La distance entre crête est, nous l'avons vu, de 0,1 mm. pour obtenir une plage éclairée de 10 millimètres de hauteur; sur la photo-cellule il faut un agrandissement de 100.

Supposons que nous ayons un objectif de longueur focale égale à 4 millimètres, il faudrait *grossost modo* placer la photo-cellule à 400 millimètres derrière l'objectif. Il convient d'ajouter que, dans ce cas, la profondeur de champ d'un objectif de 4 millimètres étant de l'ordre du millième de millimètre, il est à peu près impossible de réaliser un défilement du film dans un plan aussi rigoureusement fixe par rapport à l'objectif.

2^e *exemple* : supposons que l'on veuille travailler avec un objectif microscopique de 10 millimètres de longueur focale, il faudrait placer la photo-cellule à 1 millimètre du film. Cette solution n'est possible qu'avec un renvoi à prismes, de façon à ne pas augmenter exagérément la partie de la fente du projecteur.

Ce procédé en usage autrefois sur certains appareils, fort bien étudiés du reste, a été abandonné.

3^o *Projection sur la piste sonore par un objectif de l'image d'une fente lumineuse éclairée.* — Ce système de la projection de l'image de la fente sur le film est de tous le plus employé aujourd'hui. Il a l'avantage de laisser la fente dans un espace clos, généralement entre deux systèmes de lentilles où les poussières peuvent difficilement arriver; il évite en outre d'échauffer le film comme avec le procédé précédent.

En principe, un tel lecteur sonore est constitué (fig. 89) par une lampe à incandescence à gros filament, alimentée sous 12 volts, par une batterie d'accumulateurs de 6 éléments, par exemple. La lumière issue du filament incandescent est concentrée par un système de deux lentilles formant condensateur C sur une fente métallique F formée

de deux lames en biseau distantes de 4 centièmes de millimètre environ.

C'est l'image de cette fente vivement éclairée qui est concentrée sur le film P au moyen d'un objectif O formé d'un ensemble de lentilles. Cette image se présente sur la piste sonore sous la forme d'un rectangle extrêmement lumineux, de 2,5 centièmes de millimètre de hauteur et de 2 millimètres de largeur.

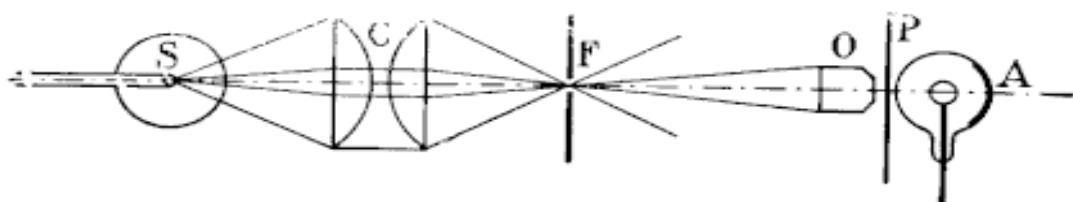


Fig. 89. — Schéma d'un lecteur sonore par projection de l'image de la fente sur le film.

Après la traversée de la piste sonore du film, la lumière pénètre dans la cellule photo-électrique A visible à droite.

Procédés divers. — La lecture sonore des films peut être obtenue par bien d'autres moyens; parmi eux un procédé assez intéressant consiste à prendre une lampe à incandescence avec un filament horizontal et de concentrer la lumière émise par une telle lampe à l'aide d'une *lentille cylindrique*. On obtient ainsi une tranche lumineuse que l'on peut rendre très fine, comme une fente et que l'on projette sur la piste sonore du film. Une telle lentille est visible en CL (fig. 42), sur le schéma de l'appareil d'enregistrement par oscillograph (p. 79). On peut encore avoir un filament très fin et en projeter l'image incandescente sur la piste sonore. En résumé, les procédés ne manquent pas, mais celui que l'on

trouve le plus souvent dans les cabines de reproduction sonore consiste à effectuer la projection de l'image d'une fente sur la piste sonore.

Bloc sonore. — L'ensemble du lecteur de son est enfermé dans une boîte métallique traversée par le film qui se déroule d'un mouvement régulier en passant devant la cellule. Nous verrons plus en détail un peu plus loin comment la chose est réalisée, qu'il nous soit permis en passant d'appeler l'attention sur quelques points importants pour la bonne reproduction du son. En premier lieu, la lampe d'éclairage ou lampe excitatrice doit être solidement assujettie dans son logement. Si le support vibre tant soit peu, la mise au point de l'image variera et il en résultera un chevrottement dans le son. Si, d'autre part, il existe de *mauvais contacts*, la lumière vacillera et donnera lieu à des sons parasites (crachements).

Il est très important que la lampe excitatrice fonctionne d'une façon satisfaisante, sinon il serait impossible d'obtenir une qualité parfaite de la reproduction sonore. Le premier point qui doit retenir l'attention est la mise au point de la lampe. Cette mise au point doit être telle que l'image reçue sur une carte blanche tenue dans l'ouverture du compartiment de cellule photo-électrique présente des bords bien nets sans irisations. Une image floue ou qui offre une distorsion indique que le trait lumineux sur le film ne se présentera pas sous la forme d'une ligne droite et bien définie. Il en résultera que la reproduction du son ne sera pas fidèle, car le trait lumineux couvrira les lignes très fines qui reproduisent les sons de haute fréquence. Ces sons ne seront donc pas reproduits. En outre, les sons de plus

basse fréquence présenteront de la distorsion. Il est bien évident que cette question de mise au point est de la plus haute importance dans un appareil de reproduction sonore. Il faut, d'ailleurs, non seulement mettre la lampe au point, mais encore s'assurer qu'elle y reste. S'il est impossible d'obtenir une image nette, on devra regarder d'abord le tube optique, la fenêtre sonore et la lampe pour vérifier s'ils sont tous en parfait état de propreté. Cette question de propreté se présentera toujours lorsqu'il sera question de films parlants, et avec juste raison. La poussière est comme le microbe du rhume, elle rend tout bon travail impossible jusqu'au jour où on s'en est débarrassé.

Si une lampe excitatrice présente un filament incurvé ou incliné, il sera impossible d'obtenir une bonne image lumineuse, on ne devra donc jamais utiliser de telles lampes.

Avec le temps, l'ampoule en verre de la lampe noircit, ce qui provoque une perte d'éclairement et, par suite, une diminution dans la qualité et le volume du son. En outre, ce qui est plus grave, le noircissement indique que la lampe est devenue vieille et qu'elle peut cesser de fonctionner à un moment quelconque et arrêter ainsi la représentation.

On ne devra donc jamais utiliser une lampe qui commence à se décolorer, c'est de l'économie mal placée et un risque qu'il vaut mieux ne pas courir.

Blocs sonores ou traducteurs phoniques. — Pour convertir un cinéma muet en cinéma parlant, il suffit en général de lui adapter un bloc sonore appelé aussi traducteur phonique. Il faut aussi, et c'est là un point très important, remplacer le moteur

à vitesse variable du cinéma muet par un moteur à vitesse constante, on choisit généralement pour cela un moteur synchrone dont la vitesse reste intimement liée avec la fréquence du réseau d'alimentation laquelle est pratiquement absolument constante (1).

Les blocs sonores varient comme forme et comme dispositions de détail d'un constructeur à l'autre, mais on y retrouve toujours le montage de principe représenté par la figure 9, page 19 ou la figure 89.

Comme il nous est impossible de passer en revue tous les traducteurs phoniques créés depuis quelque temps par les constructeurs les plus divers, nous nous contenterons de donner la coupe intérieure des principaux lecteurs sonores choisis parmi les appareils les plus en vogue. Une fois que le lecteur se sera assimilé ces quelques appareils qui ne diffèrent que par des modifications de détail, il pourra comprendre aisément le montage de tout autre appareil du même genre.

1^o *Bloc sonore Western Electric.* — La figure 90 représente clairement les principaux organes de ce bloc. On voit à gauche, la lampe d'éclairage à filament rectiligne ou lampe excitatrice. Un système de vis permet d'orienter son support et de mettre très exactement le filament dans l'axe optique du système. Cette lampe qui absorbe soit 3 ampères sous 12 volts, soit 8 ampères sous 6 volts, est généralement alimentée par une batterie de gros accumulateurs placés dans un local voisin de la cabine de projection. (En général, la batterie est en *double*, afin d'en avoir toujours une de rechange si celle en ser-

(1) Sur les réseaux à courant continu on emploie les moteurs à excitation shunt dont la vitesse déjà assez constante peut être maintenue tout à fait régulière par des régulateurs vibrants.

vice vient à faiblir par suite de sa décharge poussée trop loin.) La lampe éclaire un système optique formé d'un condensateur concentrant la lumière sur un guichet ou une fente de quelques millimètres de longueur et de 0 mm. 038 de hauteur (38 millièmes de millimètre).

L'image de cette fente est projetée sur le film par

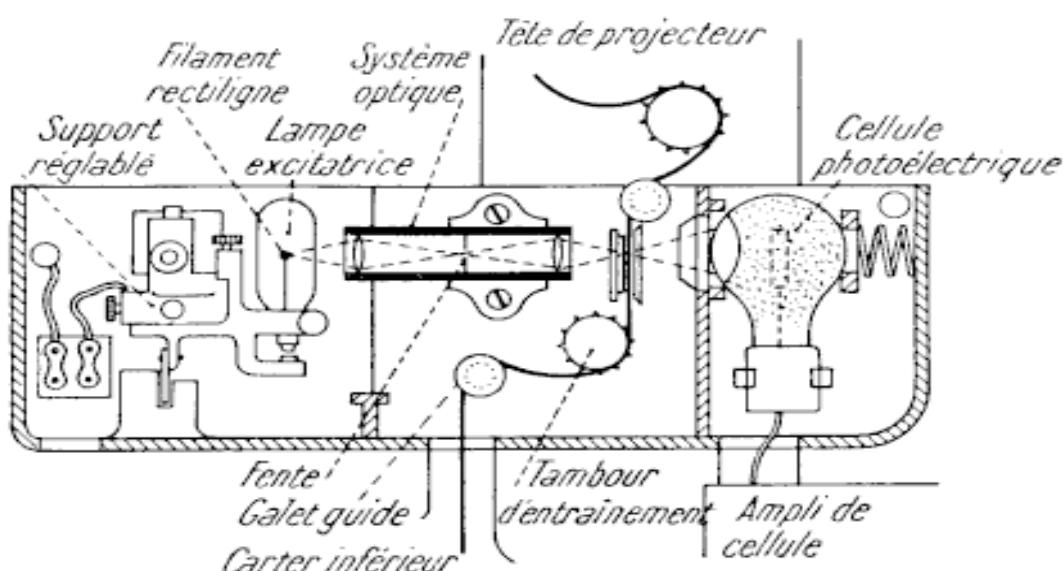


Fig. 90. — Coupe d'un bloc de reproduction sonore Western-Electric.

l'intermédiaire d'un excellent objectif et cette image n'a que 0 mm. 025 de hauteur (*vingt-cinq millièmes de millimètre, soit deux centièmes et demi*). Sa mise au point ne doit varier au plus que de 5 millièmes de millimètre, sous peine de porter atteinte à la reproduction complète des harmoniques des sons enregistrés sur la piste sonore du film.

Ce système optique est en général réglé une fois pour toutes et plombé par le constructeur, pour être sûr qu'on n'y touchera pas par la suite, le réglage se fait à l'aide d'un microscope à grossissement 100.

Le film qui vient de passer par la croix de Malte décrit une boucle qui lui donne du mou avant de passer sur le hérisson à vitesse rigoureusement constante qui le dirigera dans le bloc sonore. On voit cette boucle et le hérisson au-dessus du bloc sonore, sa vitesse correspond à un défilement de 24 images par seconde, soit à une vitesse de 456 millimètres par seconde, qui doit être *absolument constante* pendant la traversée du bloc sonore.

Le film descend verticalement dans le bloc sonore en passant devant la *fenêtre des sons* où il reçoit le pinceau lumineux extrêmement fin sortant du système optique et qui balaye sa piste sonore. C'est la lumière modulée qui passe derrière qui vient frapper la cellule visible à droite.

Nous saisissons cette occasion pour rappeler ce que nous avons déjà dit page 125, à propos de l'impression des positifs, c'est que lorsqu'une image du film est projetée sur l'écran, elle se trouve au-dessus du bloc sonore et c'est à ce moment que la partie de la piste sonore portant les sons correspondants passe devant la cellule, c'est-à-dire à 364 millimètres de là. Il faut donc pour qu'il y ait synchronisme absolu que les deux impressions, des vues d'une part et des sons correspondants d'autre part, soient décalés de 19 images environ.

La cellule, convenablement maintenue par des ressorts, est reliée à son amplificateur (ou *pré-ampli*) placé immédiatement au-dessous.

Le film, au sortir de la fenêtre des sons, est repris par un hérisson relié par engrenages avec celui d'en haut et tournant par conséquent à la même vitesse que lui. Il sort ensuite du bloc sonore et va s'enrouler dans le carter ou magasin inférieur.

REMARQUE. — L'ensemble est enfermé dans une boîte métallique constituant le bloc sonore et fermé par de petites portes. On ne doit jamais ouvrir ces portes en marche, notamment celle qui donne sur la cellule, car l'arrivée de lumière qui en résulterait produirait un « *clac* » désagréable dans les haut-parleurs par suite de l'arrivée de cette lumière supplémentaire sur la cellule.

2^o *Bloc sonore R. C. A.* — La Société américaine « Radio-Corporation of America » a créé un matériel sonore très intéressant qu'exploitent les Etablissements Pathé-Natan en France. Le traducteur phonique R. C. A. est représenté en coupe figure 91, on y retrouve facilement le montage de principe que nous avons indiqué figure 89.

A gauche, la lampe d'éclairage ou lampe excitatrice qui est ici facile à remplacer grâce à un montage sur une sorte de plaque tournante qui permet de substituer rapidement une lampe à une autre (voir fig. 94).

Ce dispositif que, pour plus de simplicité, on n'a pas représenté ici, comprend 3 à 4 lampes identiques montées sur la circonference d'un plateau que l'opérateur peut facilement faire tourner d'un tiers ou d'un quart de tour à l'aide d'un volant placé en dessous, de façon à amener rapidement une lampe à la place d'une autre qui vient de brûler, par exemple.

Certaines cellules (au potassium en particulier) exigeant en effet des rayons violets, on est obligé de pousser les lampes pour les obtenir et alors elles « *claquent* » facilement. Les cellules au césium sensibles aux rayons rouges évitent d'avoir à pousser les lampes, ce qui leur assure une plus longue durée. Le système optique représenté figure 91, par un tube, pour simplifier le dessin, contient la fente

mécanique et sa disposition est analogue à celle des figures précédentes. Le film qui vient de passer dans le projecteur par la croix de Malte, arrive ici obli-

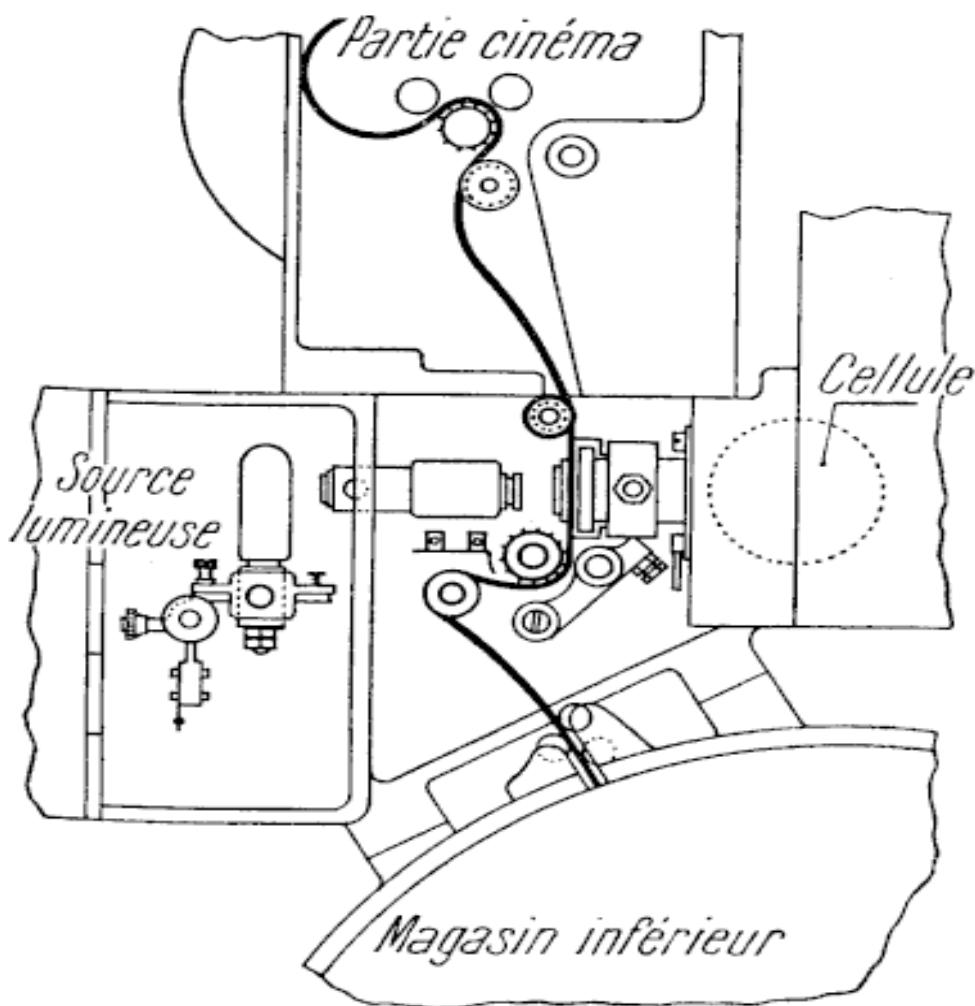


Fig. 91. — Coupe d'un bloc sonore RCA.

quement après avoir décrit la boucle réglementaire et passe devant l'objectif en épousant, dans certains modèles, la partie courbe (au lieu d'être droite comme précédemment) de la fenêtre de sons. Deux hérissons reprennent ensuite le film qui va s'émagasinier dans le carter inférieur comme d'habitude.

La cellule est dans un compartiment situé à droite, qui contient aussi l'amplificateur de cellule ou *pré-ampli* (fig. 92). La tendance actuelle dans les appareils amplificateurs de cinémas parlants, comme en T. S. F., étant d'éviter l'emploi des accumulateurs qui risquent de provoquer des pannes par leur décharge subite, on préfère recourir à l'alimentation directe par les courants alternatifs du réseau de distribution. De même que le chauffage des lampes à trois électrodes est alors assuré par des transformateurs abaissseurs de tension, de même la lampe d'éclairage de cellule reçoit le courant alternatif du réseau à travers un transformateur qui se trouve placé dans une boîte à gauche et près de la lampe. Cette dernière est à basse tension (6 ou 12 volts) et à gros filament, ce qui lui permet de donner de la lumière même pendant les passages à zéro du courant à cause de son inertie calorifique.

3^e *Bloc sonore Radio-Cinéma*. — Cette société, essentiellement française, a créé de toutes pièces un matériel complet aussi bien pour l'enregistrement des films sonores que pour leur reproduction; elle a du reste à son actif l'équipement de nombreuses salles de cinéma dont une, le Gaumont Palace (6000 places) était particulièrement difficile à réaliser étant donné que c'était la salle de cinéma la plus vaste du monde. Nous reviendrons du reste à propos des équipements sur les réalisations de cette société qui font le plus grand honneur à l'industrie française. Le bloc sonore *Radio-Cinéma* comporte, comme les précédents, une lampe à incandescence excitatrice ou d'éclairage de cellule montée sur des supports à vis permettant de la centrer. A la suite un système optique composé d'un condensateur (à

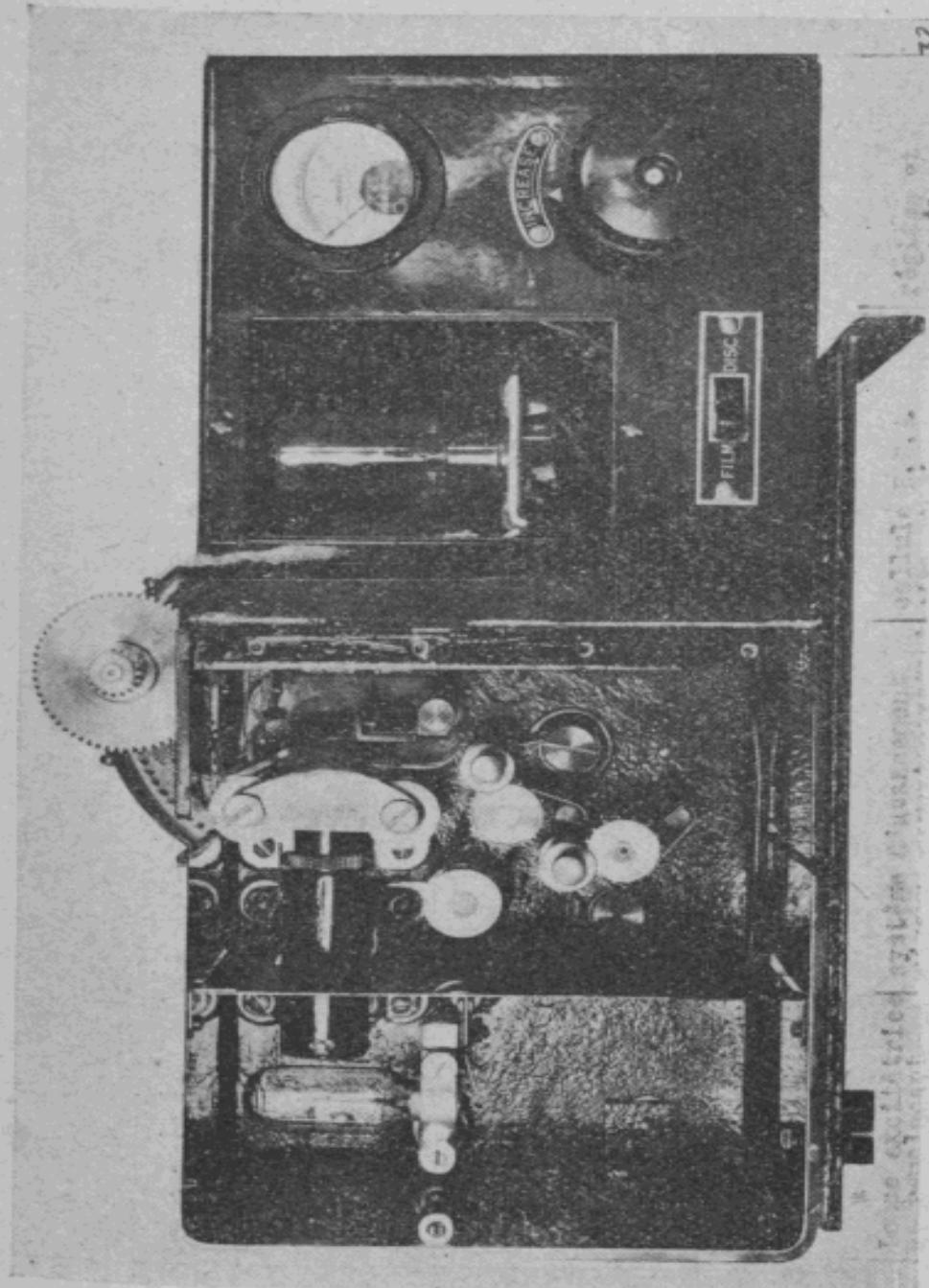


Fig. 92. — Vue d'ensemble d'un lecteur sonore RCA, ouvert.

double lentille) concentrant la lumière émise par la lampe sur une fente mécanique de dimensions analogues aux fentes des appareils précédents. Un objec-

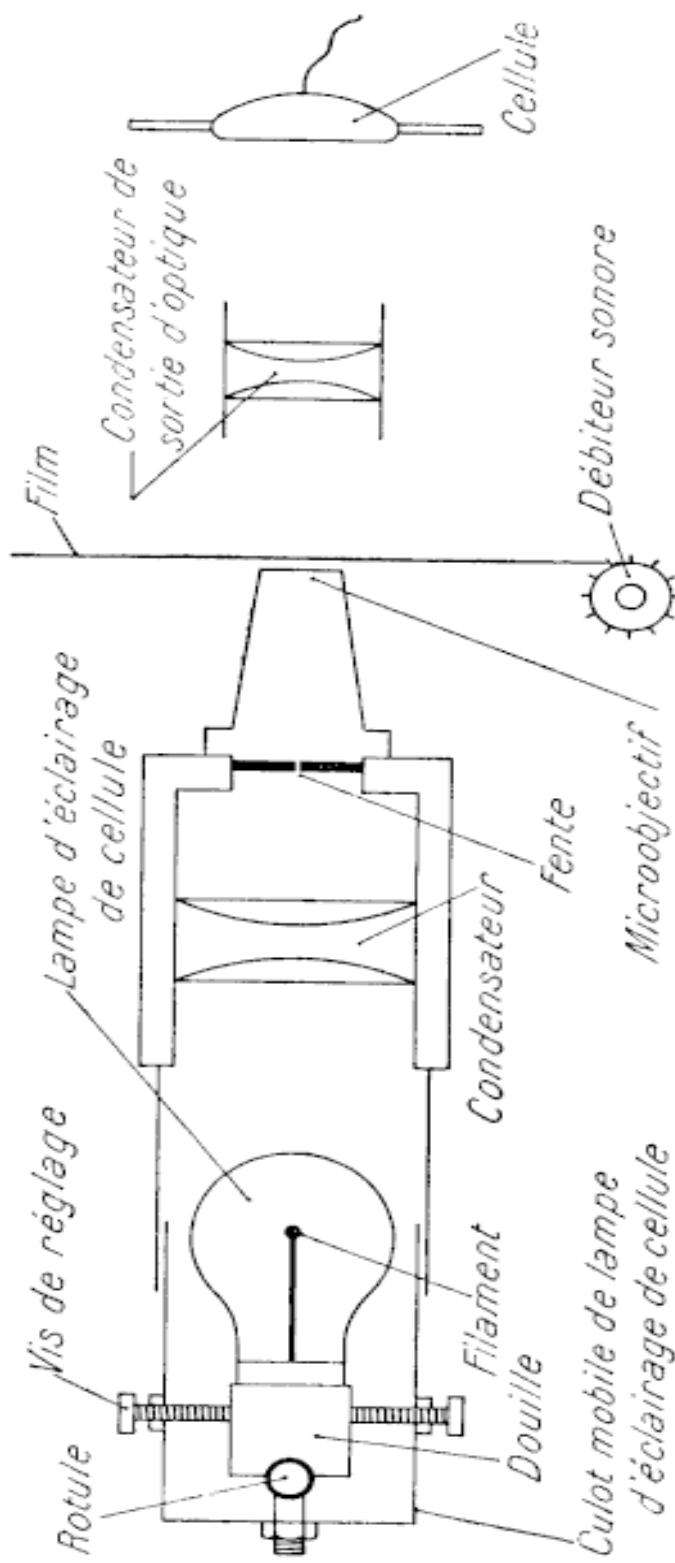


Fig. 93. — Schéma d'un lecteur de son *Radio-Cinéma*.

tif placé à la suite envoie l'image de la fente sur la piste sonore qui défile verticalement devant la fenêtre sonore. Un condensateur renvoie sur la cellule la lumière modulée qui a traversé la piste sonore.

La fenêtre sonore placée immédiatement derrière l'objectif a pour dimensions 3 mm. \times 3,2 mm., ce qui permet la reproduction des films R. C. A. à piste sonore les plus larges. A côté de la cellule se trouve le préamplificateur du type à résistances, c'est-

à-dire analogue à celui donné par le schéma (fig. 30, p. 57).

4^e *Bloc sonore Thomsonor.* — La Compagnie Thomson-Houston a établi, elle aussi, des appareils de repro-

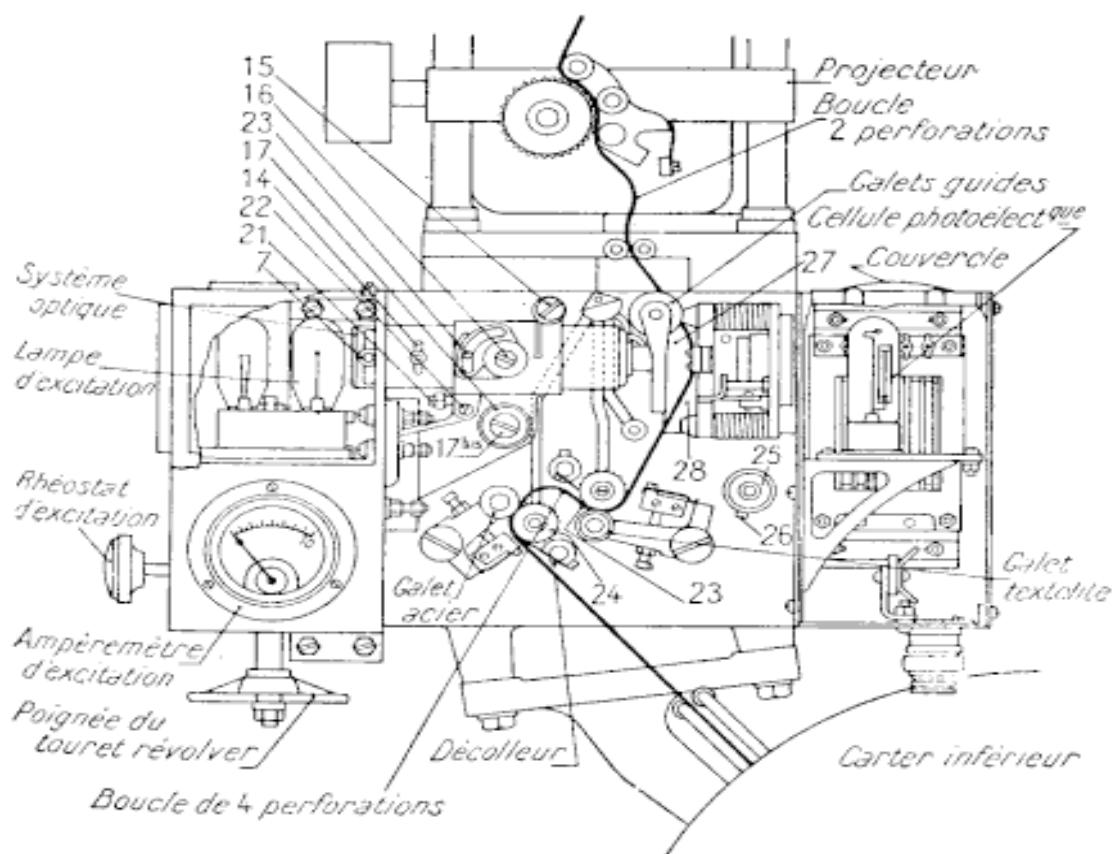


Fig. 94. — Bloc sonore Thomsonor.

duction sonore analogues aux précédents; elle s'est distinguée dès le début par la suppression complète des batteries d'accumulateurs dans ses appareils. Les lampes des amplificateurs sont à chauffage indirect et la tension de plaque est fournie comme du reste pour tous les appareils en général par un bloc d'alimentation analogue à celui décrit p. 61, fig. 32. La lampe d'éclairage de cellule est à gros filament très court présentant une grande inertie calorifique, ce

qui permet de l'alimenter par les courants alternatifs d'un réseau par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur. Le filament métallique, à cause de sa masse, se refroidit très peu entre deux alternances du courant, ce qui fait qu'il reste incandescent et éclaire la cellule aussi bien que s'il était alimenté par une batterie d'accumulateurs, la figure 94 repré-

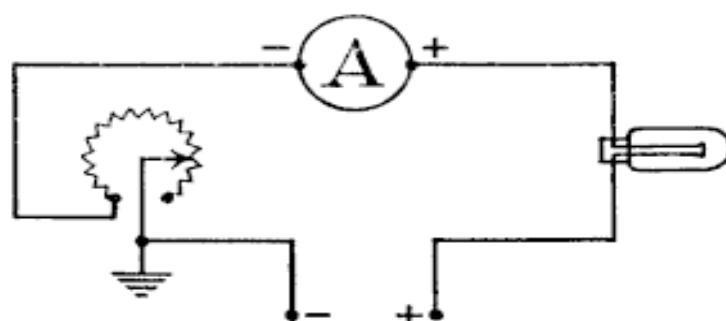


Fig. 95. — Schéma du montage d'une lampe d'excitation de cellule et de ses organes de réglage.

sente un bloc sonore Thomson ouvert, il est très facile d'y retrouver les divers organes précédemment décrits, l'appareil se rattachant comme principe au schéma initial (fig. 9 et 89).

La cellule est au *coesium* métal dont le spectre est riche en raies dans le *rouge*, ce qui dispense de pousser la lampe d'éclairement comme on est obligé de le faire avec les cellules au potassium métal qui présente, au contraire, des raies dans la région *violette* du spectre.

Les lampes d'excitation de cellule visibles à gauche sont montées sur une plate-forme tournante manœuvrée par un volant visible en dessous. Grâce à ce dispositif, on peut les substituer rapidement l'une à l'autre. Le réglage de leur intensité lumineuse se fait par un rhéostat contrôlé par un ampèremètre

(fig. 95). Ces dispositifs se retrouvent sur d'autres appareils, en particulier sur les équipements R. C. A. exploités en France par les établissements Pathé-Natan.

5^o *Bloc sonore Mélodium.* — Nous pourrions ainsi décrire une vingtaine d'autres appareils, mais ce serait sans intérêt pour le lecteur puisqu'on peut tous les ramener aux systèmes précédents. Nous citerons cependant pour terminer le bloc sonore Mélodium, figure 96, sur laquelle le lecteur retrouvera tous les organes précédemment décrits sauf un, le volant sur lequel nous avons voulu appeler l'attention.

Nous avons déjà dit que, tandis que le film défile d'une façon saccadée devant la fenêtre de projection, il doit au contraire avoir une vitesse *absolument constante* dans le bloc sonore.

Toute variation de vitesse serait insupportable et rappellerait le son pleurard des phonographes que l'on met en marche avec l'aiguille au contact du disque ou le phonographe dont on freine le plateau avec le doigt pendant la marche.

Pour obtenir cette vitesse *rigoureusement constante* on a employé au début des moteurs d'entraînement pourvus de régulateurs tous plus ingénieux les uns que les autres, mais finalement on en est réduit à rechercher la simplicité à cause du prix élevé de tous ces mécanismes, et l'on prend tout simplement des moteurs synchrones ou même asynchrones alimentés par le réseau alternatif dont la fréquence, aujourd'hui, a une constance tout à fait suffisante. Mais il peut y avoir du jeu dans les engrenages, le mécanisme ou même dans les perforations des films ou les dents des hérissons d'entraînement, c'est pourquoi certains constructeurs disposent un lourd volant sur l'axe d'entraînement principal de

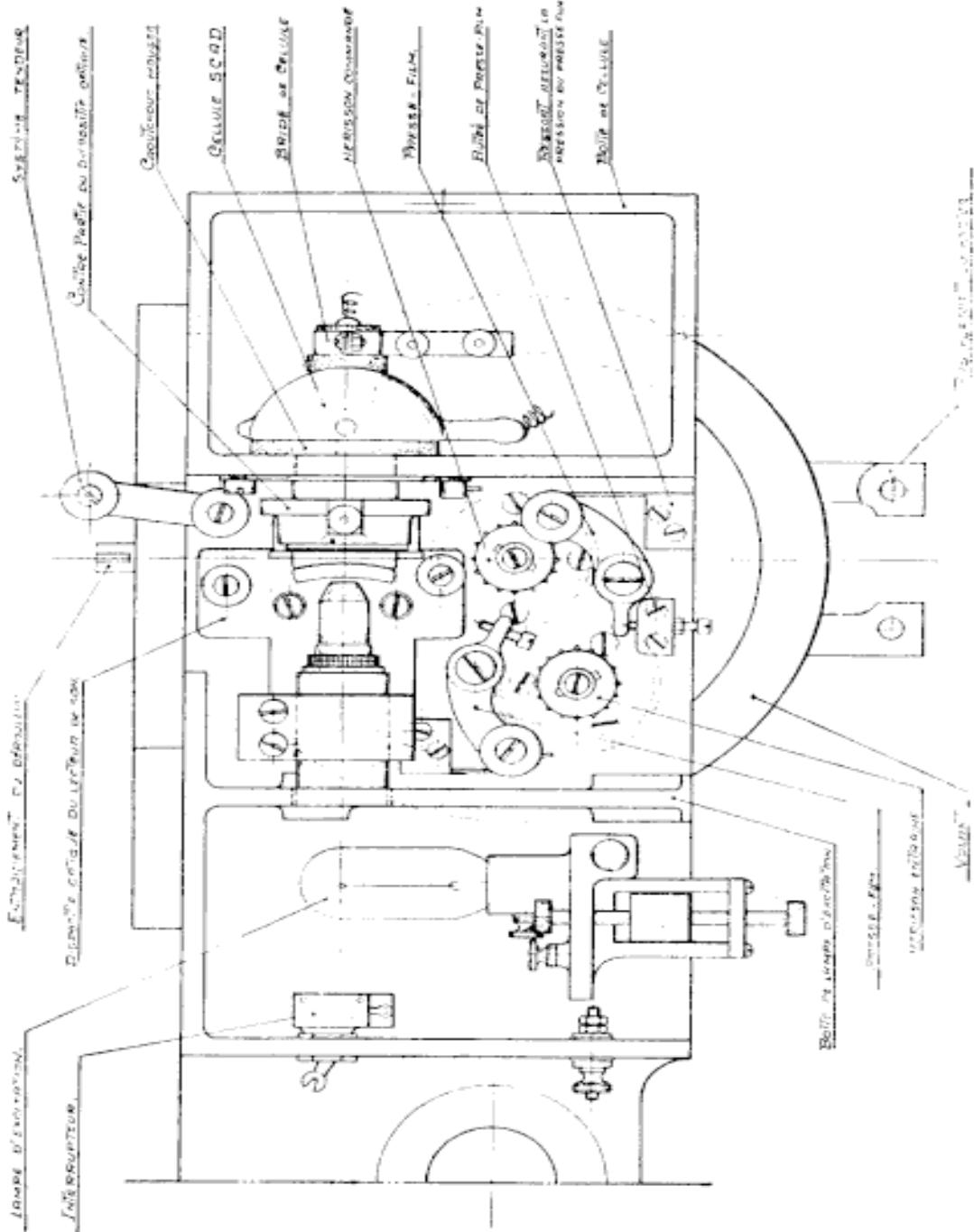


Fig. 96. -- Bloc sonore Melodium.

la boîte sonore, volant qui assure une parfaite régularité. C'est ce volant que l'on voit sur la figure 96 et qui est disposé hors du bloc sonore et en arrière.

CHAPITRE IV

La reproduction sonore par disques.

Nous avons vu dans la première partie de cet ouvrage (p. 10 et 71) que les premiers cinémas parlants ont fonctionné à l'aide de disques phonographiques qui marchaient synchroniquement avec l'appareil de projection.

Ce procédé évidemment plus simple que celui de la piste sonore offrait des inconvénients dont le principal était un mauvais synchronisme, si le départ de la bande photographique et du disque avait été mal fait, enfin l'usure rapide des disques rendait l'exploitation difficile (1).

Au début, tous les appareils de reproduction sonore comportaient, en plus du bloc sonore pour la lecture sur film, une *table à disque* permettant de passer des films analogues aux films muets sonorisés à l'aide de disques. On a du reste passé des films entièrement parlants grâce à l'emploi de disques enregistrés au studio, en même temps que l'on prenait les vues.

(1) Un autre inconvénient assez grand des disques se manifestait lors de la rupture du film, le collage nécessitait un raccourcissement de la pellicule, par suite de la suppression d'une ou deux images, le synchronisme qui pouvait être bon jusque-là était détruit de ce fait.

(Ces disques de grand diamètre tournaient à 33 tours par minute seulement.)

Aujourd'hui, on tend à n'employer que des films à piste sonore dans lesquels le synchronisme est absolu, puisque le film porte, à côté des images, l'inscription sonore qui leur correspond (avec un décalage voulu, les images et la partie correspondante des sons ne pouvant être en regard à cause de la distance qui sépare le projecteur de l'axe optique du bloc sonore).

Nous n'en parlerions pas si tout cinéma parlant ne comportait, en dehors des appareils de projection, des reproducteurs phonographiques destinés à remplacer les orchestres.

Que ce soit sur les tables à disques des appareils de reproduction ou sur les tables phonographiques destinées à remplacer les orchestres pendant les entr'actes, par exemple, on se sert des haut-parleurs placés derrière l'écran ou dans la salle dans lesquels on envoie le courant amplifié provenant d'un réducteur à aiguille de disques phonographiques ou « pick-up ».

Qu'est-ce qu'un « pick-up » ? — Lorsque Bell inventa le téléphone, le monde scientifique fut quelque peu étonné d'apprendre qu'avec un aimant et une plaque de fer doux qui s'agitait devant lui on pouvait faire entendre sa voix à des distances de plusieurs kilomètres. La chose était cependant très facile à expliquer ou, du moins, elle l'est aujourd'hui, depuis que ces instruments nous sont familiers. Le téléphone

(1) Les tables à disques séparées destinées à remplacer les orchestres tournent à 80 tours par minute pour pouvoir utiliser les disques du commerce.

de Bell était en effet constitué par un aimant devant lequel vibrait (sous l'effet de la voix) une plaque de fer doux. Une bobine de fil de cuivre isolé entourait la tête de l'aimant près de la plaque vibrante et était relié par deux fils à la bobine d'un autre appareil identique placé très loin.

Sous l'action des vibrations sonores constituant la voix, la plaque de fer doux en s'approchant et en s'éloignant de l'aimant modifiait la répartition des lignes de force (1) qui s'en échappaient, et cette variation du champ magnétique donnait lieu à un courant électrique induit dans la bobine qui l'entourait.

Ce courant électrique, envoyé par deux fils dans un appareil identique placé au loin, modifiait à son tour le champ magnétique autour de l'aimant du récepteur et la plaque de fer doux placée à côté étant plus ou moins attirée, reproduisait ces variations qui étaient l'image fidèle de la voix et l'on croyait entendre la voix elle-même, invention considérable pour l'époque.

Le « *pick-up* » fonctionne en somme sur le même principe que le téléphone. Rappelons-en le principe : un aimant permanent en fer à cheval (fig. 97) porte entre ses pôles une palette de fer doux articulée en son centre et pouvant par conséquent aller et venir entre les pôles de l'aimant. Une bobine fixe comportant un enroulement en fil de cuivre isolé très fin entoure cette palette ou armature.

Enfin la palette porte une aiguille qui peut venir suivre le sillon d'un disque de phonographe. Le tout,

(1) Voir le *Traité pratique de l'électricité*, GARNIER FRÈRES, éditeurs p. 34-36.

à peine plus grand qu'une montre, est fixé sur un bras articulé et équilibré de façon à suivre le sillon des disques dans toute leur étendue.

En suivant les sinuosités du disque, l'aiguille fait osciller la palette qui va tantôt à droite et tantôt à gauche, dérivant à travers elle tantôt celles des

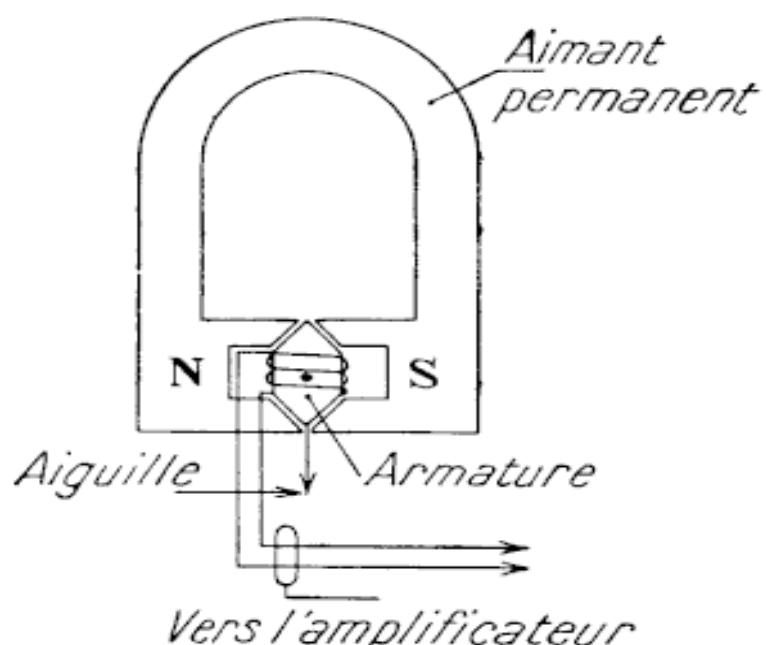


Fig. 97. — Schéma d'un réplicateur sonore à aiguille dit « pick-up ».

lignes de force qui s'échappent du pôle nord, et tantôt du pôle sud. Ces variations d'aimantation, dont la palette et le siège font naître un courant alternatif dans la bobine qui l'entoure et c'est ce courant qui est envoyé dans les haut-parleurs après avoir été amplifié. Il est alors possible de faire entendre à toute une salle le morceau de musique ou les paroles inscrites sur le disque.

En réalité le « pick-up » ou réplicateur de disques de phonographe est de construction un peu plus

compliquée, *l'entrefer* séparant les quatre cornes polaires de l'armature est très réduit et, de plus, on a prévu des amortisseurs (sortes de petits matelas en caoutchouc) qui empêchent l'aiguille de vibrer plus que ce n'est nécessaire. Pour que le son rendu soit pur, il faut, en effet, que seule la vibration enregistrée sur le disque soit reproduite, toute vibration parasite doit être éliminée, c'est là un point capital résolu par les amortisseurs. Dans certains appareils récents, cet amortissement est obtenu par de l'huile épaisse.

Les tables à disques montées sur les appareils de reproduction ne tournent qu'à 33 tours par minute afin de pouvoir donner avec un seul disque (qu'on prend pour cela de grand diamètre) les sons correspondants à 200 mètres de pellicule, soit une bobine, de façon à changer la bobine et le disque en même temps.

CHAPITRE V

Les appareils de projection et de reproduction sonore.

Nous avons passé en revue dans cette deuxième partie tout d'abord en détail l'appareil de projection proprement dit ou cinématographe, puis les appareils de reproduction sonore, soit à lecture sur film, soit à lecture sur disque, il nous reste à voir comment a été réalisé la combinaison de ces organes, l'un intéressant l'œil du spectateur, l'autre son oreille.

L'ensemble constitue le poste qui représente l'organe principal d'une cabine cinématographique sonore; il comprend un magasin ou carter supérieur dans lequel on place la bobine du film à projeter et en bas le carter inférieur dans lequel ce même film s'enroule à nouveau, après que les images prises par la croix de Malte sont passées devant l'objectif, et ont été projetées tandis que la piste sonore a été fouillée par le lecteur sonore.

La figure 98 est un schéma représentant le parcours de la bande cinématographique; on voit en haut le film venant du carter supérieur sortir de deux rouleaux qui le serrent à la façon d'un lamoir,

ce sont les *étouffoirs*, destinés comme leur nom l'indique, à étouffer la flamme si le film prend feu devant l'objectif (1) et à empêcher la combustion de se propager dans le carter supérieur.

Puis le film est pris par un premier *hérisson* (galet pourvu de dents s'engageant dans les perforations du film) qui l'entraîne à vitesse constante, le film décrit une boucle avant de s'engager dans la fenêtre de projection où il est sollicité de s'arrêter par le mécanisme de la croix de Malte (voir p. 142). Il défile ainsi à raison de 24 images par seconde avec un temps d'arrêt devant la fenêtre pour permettre sa projection sur l'écran.

Tout de suite au-dessous se trouve le hérisson ou tambour de croix de Malte (calé sur l'axe de cette croix), ce tambour tournant d'une façon saccadée comme on l'a vu pages 8 et 42, puis le film décrit une boucle qui lui permet de passer du mouvement saccadé au mouvement continu absolument constant que réclame la piste sonore pour être lue normalement et rendre des sons identiques à ceux enregistrés; il passe à cet effet sur un contre-débiteur tout de suite après la boucle qui suit le passage sur le tambour de croix de Malte, traverse la fenêtre sonore dont l'axe est celui du lecteur sonore (voir fig. 89), est repris par un nouveau hérisson à vitesse constante ou débiteur sonore, décrit une légère boucle et passe enfin sur un contre-débiteur sonore avant d'atteindre l'étouffoir qui précède son entrée dans le magasin ou carter inférieur.

(1) En cas d'arrêt du défilement, le film, s'il est en celluloïd, peut prendre feu devant la fenêtre de projection si une cuve à eau ou des volets automatiques n'ont pas été interposés.

Ce schéma du parcours de la bande, mieux que les précédents, montre le décalage qui existe entre la

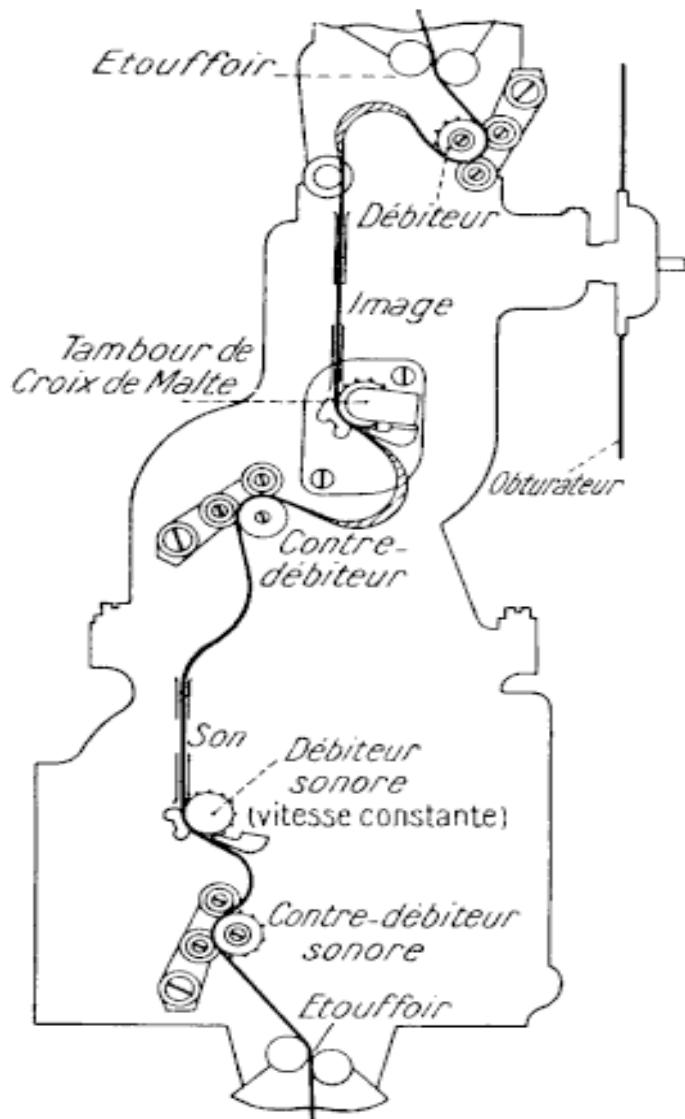


Fig. 98. — Schéma du parcours du film dans un appareil de projection et de reproduction sonore

image représentant la fermeture du claquoir est amenée devant la fenêtre, le son correspondant (bruit sec facile à voir avec un peu d'habitude sur les tracés) doit apparaître dans la fenêtre sonore.

fenêtre de projection marquée « image » et la fenêtre de son marquée « son »; il y a entre les deux 19 images soit 364 millimètres et l'on comprend pourquoi lors du tirage de la bande positive qui doit passer dans les appareils de reproduction, il soit nécessaire d'impressionner la piste sonore en repérant 19 images en *avant* le son correspondant. En résumé quand au début d'un film un opérateur fait fonctionner un claquoir, si l'i-

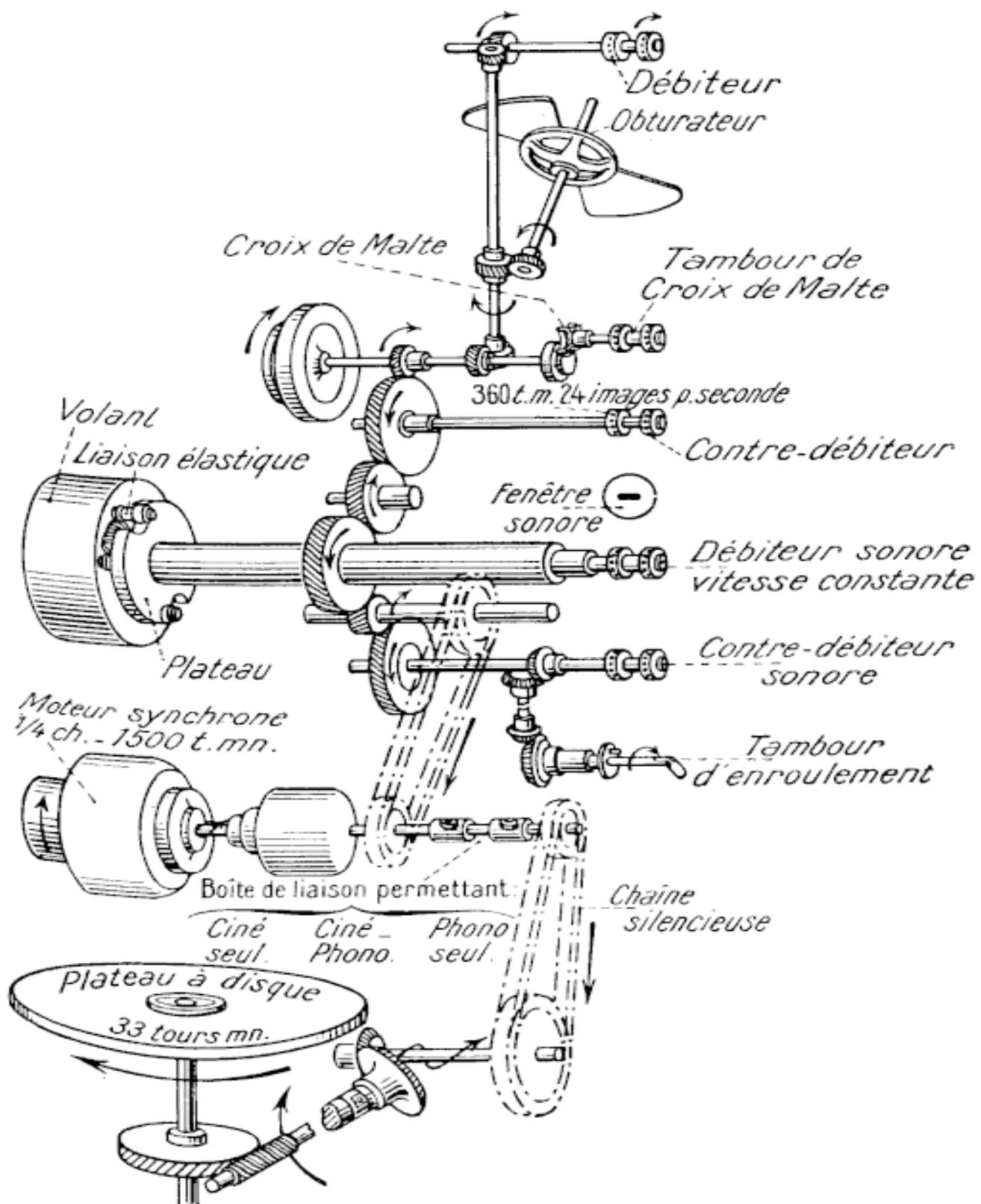


Fig. 99.— Schéma du montage mécanique d'un appareil de projection et de reproduction sonore.

Montage mécanique. — Le schéma que nous venons devoir est, en général, commun à tous les appareils de reproduction sonore, c'est un des schémas les plus familiers aux opérateurs; il reste à voir comment sont mis en mouvement et liés mécaniquement ensemble les divers organes, c'est ce que l'on a cherché à représenter figure 99 dont les différentes pièces sont données en perspective. Cette figure, qui est en somme le schéma mécanique d'un appareil de reproduction sonore, se retrouve à peu de choses près (modifications de détails) sur tous les appareils.

Tout d'abord le *moteur*, organe essentiel de l'appareil puisqu'il en est l'âme, est au centre; sa puissance est d'environ un quart de cheval et sa vitesse *rigoureusement constante* (c'est pour cela du reste qu'on le prend synchrone en général). Ce moteur attaque par une série d'engrenages se détachant vers le haut d'une part la croix de Malte et les différents débiteurs sonores et autres, et d'autre part vers le bas, le plateau à disque à 33 tours par minute pour la reproduction des disques lorsque l'inscription est phonographique au lieu d'être sur bande.

Les entraînements se font par engrenages et chaînes afin d'avoir partout une vitesse régulière sans glissements et la commande des différents organes à partir du moteur se devine au seul aspect de la figure.

C'est ainsi que dans le haut le premier débiteur reçoit son mouvement du moteur par un axe vertical relié aux axes horizontaux par des engrenages d'angle. Sur le parcours et au-dessous on voit l'entraînement des pales de l'obturateur qui vient interrompre le faisceau lumineux servant à la projection des images sur l'écran juste au moment où se fait, grâce à la croix de Malte, l'escamotage des vues pro-

jetées. Cette croix de Malte, base même du cinématographe, reçoit son mouvement saccadé de l'un des axes horizontaux entraînés par le moteur. On voit nettement le tambour de croix de Malte destiné à donner au film le mouvement saccadé et au-dessous le contre-débiteur à vitesse constante. Entre les deux le film présente du mou, c'est-à-dire décrit une boucle (fig. 98).

Après le contre-débiteur du projecteur, le film passe, avons-nous dit, devant la fenêtre sonore représentée ici par un cercle avec un trait horizontal au milieu. Devant cette fenêtre la vitesse de déroulement doit être régulière, l'entraînement du film y est réglé par le débiteur sonore tournant à vitesse constante; le film passe ensuite sur un contre-débiteur et rentre dans le carter inférieur.

On remarquera sur l'axe principal du débiteur sonore la présence d'un *volant* entraîné par l'arbre principal par l'intermédiaire de *ressorts*.

En mécanique, ce système correspond au filtre électrique employé pour régulariser un courant ondulé. Nous avons vu page 63 en effet que le courant fourni par les valves étant ondulé, on le rendait constant en lui faisant traverser une bobine de réactance tandis que les condensateurs disposés de part et d'autre absorbaient, nous allions dire les « chocs », mais ici les ondulations trop brusques du courant.

En mécanique, c'est le *volant* qui correspond à la bobine et qui régularise le mouvement, tandis que les *ressorts* d'entraînement correspondent aux condensateurs en « encaissant les chocs »; on obtient ainsi une régularisation parfaite du mouvement de l'axe du débiteur sonore.

L'entraînement du plateau de disque à 33 tours

par minute n'offre rien de particulier, il se devine au seul aspect de la figure 99.

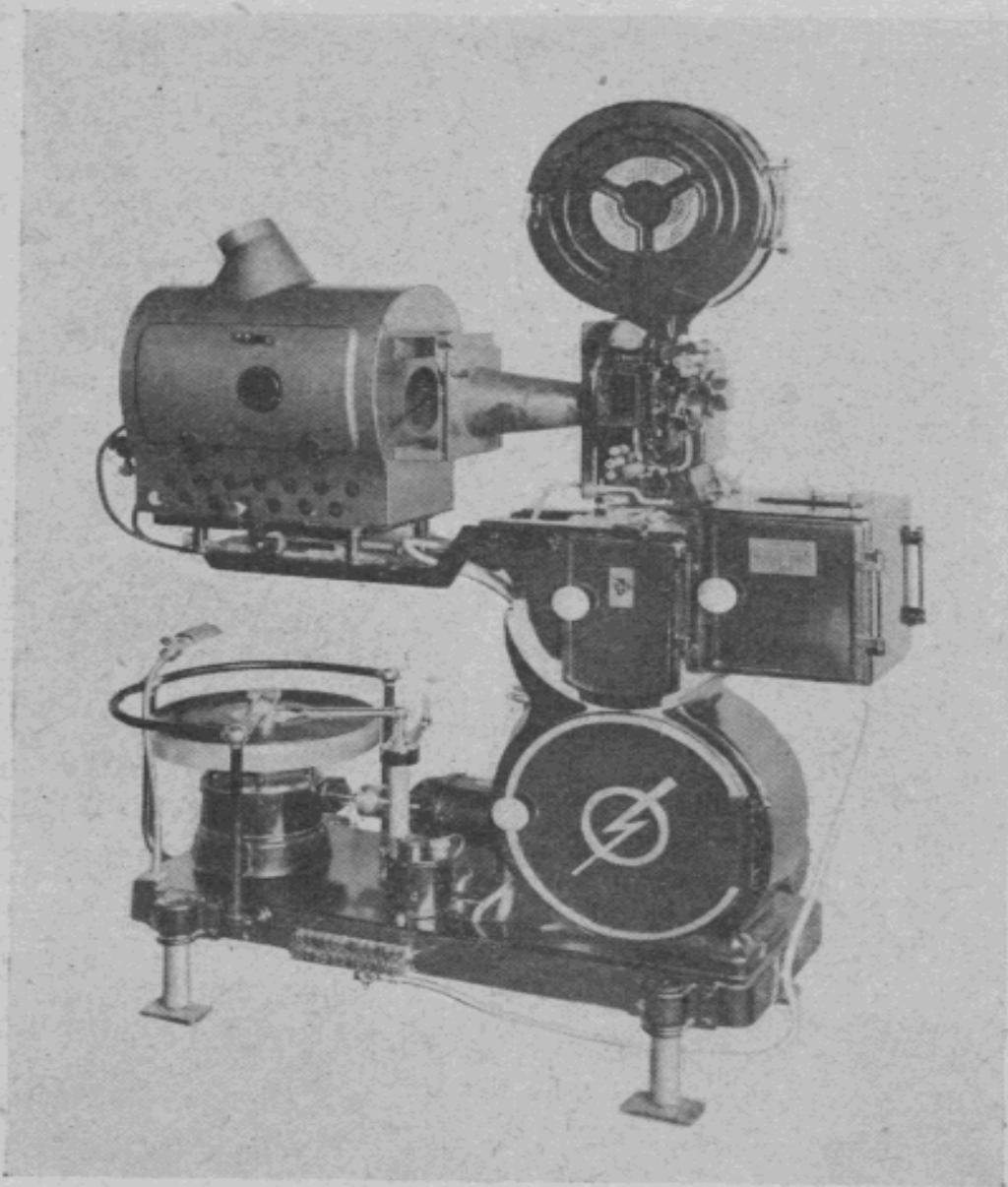


Fig. 100. — Vue d'ensemble d'un appareil de projection et de reproduction sonore « *Radio-Cinéma* ».

Remarquons cependant sur l'axe du moteur deux petits manchons d'accouplement qui permettent, en

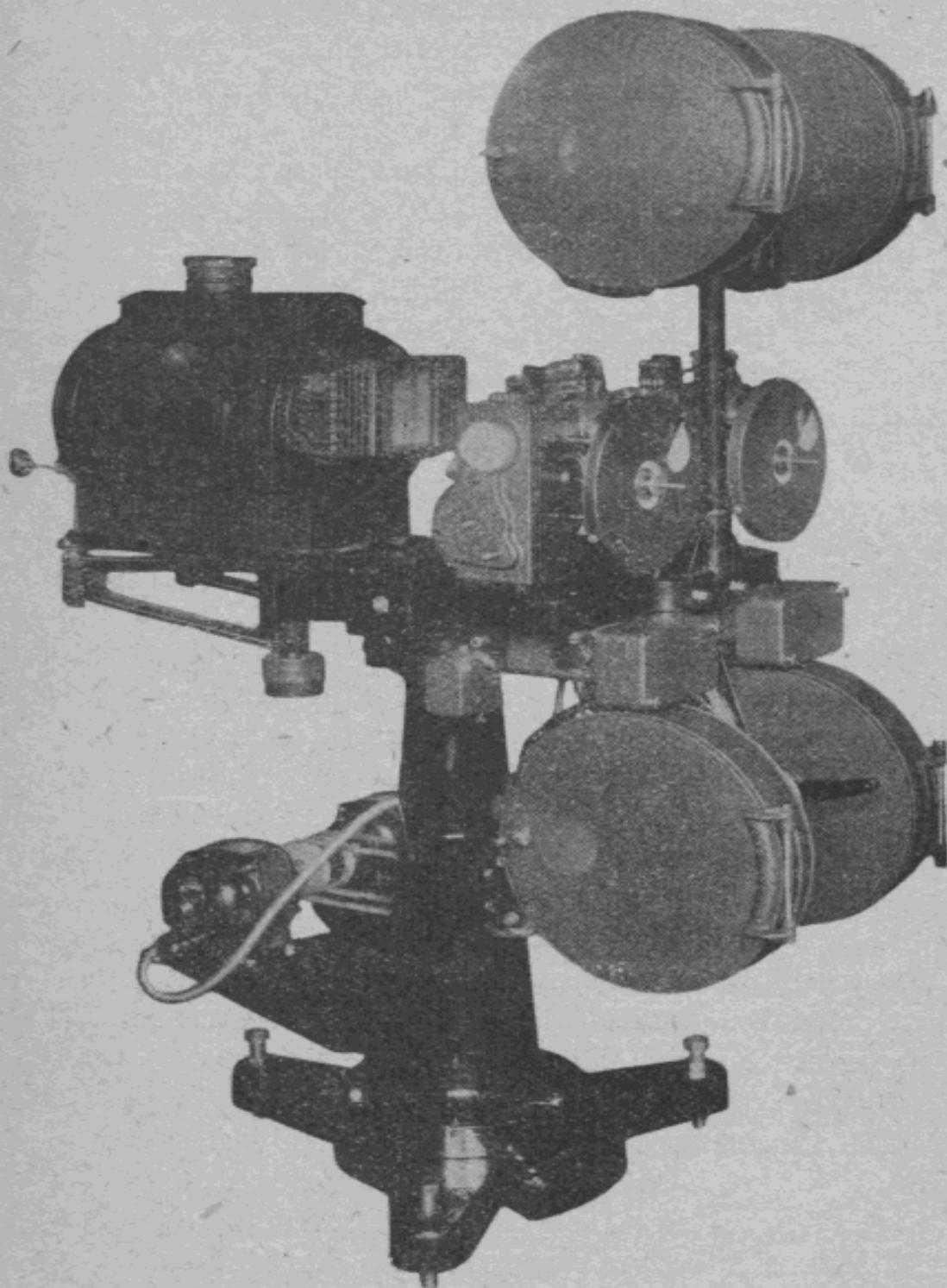


Fig. 101. — Appareil double de reproduction à une seule lanterne système MIP (Coutinsouza et Barré).

les serrant ou en les desserrant, de faire du *cinématographe seul*, du *phonographe* et du *cinématographe ensemble*, ou enfin du *phonographe seul*.

C'est ainsi que quand on passe du film à piste sonore on n'a pas intérêt à laisser tourner le plateau à disque et on supprime alors le manchon correspondant, ou bien on peut ne donner que des disques, lorsque par exemple le phonographe à disques à 80 tours par minute ne fonctionne pas; il est alors inutile d'entraîner la croix de Malte, l'obturateur, etc., mais cette éventualité se présente rarement.

Les cabines d'enregistrement comportent toujours au moins deux appareils de reproduction identiques disposés côté à côté et braqués sur le même écran afin de pouvoir assurer la continuité du spectacle, l'un fonctionne et projette ses vues tandis que les opérateurs préparent le second, c'est-à-dire mettent en place la bobine de film qui doit faire suite à celle en cours de projection, allument la lampe dès que cette dernière touche à sa fin puis substituent un appareil à l'autre pour la projection sur l'écran tandis qu'en même temps on fait passer les haut-parleurs de l'un des appareils sur l'autre à l'aide du « fader ».

Les figures 100 et 101 représentent des appareils de projection et de reproduction sonore, l'un figure 100 est celui de « *Radio-Cinéma* », l'autre figure 101 est un appareil double MIP, tous deux sont de construction française.

On trouvera page 251 un appareil analogue de la C^{ie} *Western Electric*, page 250 un appareil R C A et page 255 un appareil *Klangfilm*. Tous ces appareils ne diffèrent entre eux que par des détails de construction, le principe est partout le même, c'est-à-dire qu'ils correspondent aux descriptions ci-dessus.

CHAPITRE VI

Les Amplificateurs.

Nous avons vu en décrivant les systèmes de reproduction sonore que les courants « modulés », c'est-à-dire correspondant aux sons, soit qu'ils sortent de la cellule photo-électrique ou du pick-up ont besoin d'être sérieusement amplifiés avant de pouvoir être entendus dans les haut-parleurs.

Le pick-up fournissant directement des courants plus forts que ceux provenant des cellules, on a été conduit à amplifier d'abord ces derniers pour les rendre comparables à ceux du pick-up dans des amplificateurs (dits pré-amplis). Ces amplificateurs à 2 ou 3 étages utilisent des montages « à résistances » du genre de celui faisant l'objet du schéma page 57.

Les deux courants, soit celui provenant du pick-up, soit celui pré-amplifié de la cellule, aboutissent à un amplificateur principal généralement à trois étages mais dont la puissance des lampes de l'étage final est en rapport avec l'importance de la salle ou le nombre de haut-parleurs alimentés.

Nous avons donné, page 58, le schéma d'un amplificateur de ce genre dont l'alimentation est assurée par les courants alternatifs des réseaux de distribution convenablement redressés et filtrés.

En effet, tandis que l'on conserve encore dans certains appareils les piles et les accumulateurs pour les pré-amplificateurs de cellule (quoique l'usage tend à disparaître), on n'emploie plus guère maintenant que des amplificateurs principaux entièrement alimentés par le réseau de distribution. Si ce réseau est à courant continu on interpose une commutatrice; en tout cas tous ces appareils sont basés sur l'existence et l'emploi de courants alternatifs à 110 volts et 50 per : sec.

Les tensions de polarisation et de plaque sont obtenues par un bloc de redressement dont le schéma est analogue à celui de la figure 32; quant à l'émission des lampes elle se fait, soit par voie indirecte (tube recouvert d'oxydes et chauffé par un filament parcouru par le courant alternatif à basse tension d'un transformateur), soit directement par le courant alternatif circulant dans le filament, la communication avec les filaments se faisant par le milieu de ces derniers qui est à la tension zéro, ou mieux au point milieu de l'enroulement du transformateur d'alimentation.

La principale qualité à obtenir d'un amplificateur pour reproduction sonore est de pouvoir amplifier *sans distorsion* des courants modulés dont la fréquence s'étend de 30 à 8000 per : sec. On y arrive avec des amplificateurs à résistance ou avec transformateurs, mais alors ces derniers doivent présenter une faible dispersion et une inductance élevée. Les alliages ferro-magnétiques spéciaux, créés dans ce but depuis quelques années, permettent d'arriver à ces résultats.

Les lampes triodes ou autres employées pour réaliser les amplificateurs forment avec leurs con-

nexions, les résistances, les transformateurs ou les condensateurs qui les lient entre elles, un bloc appelé

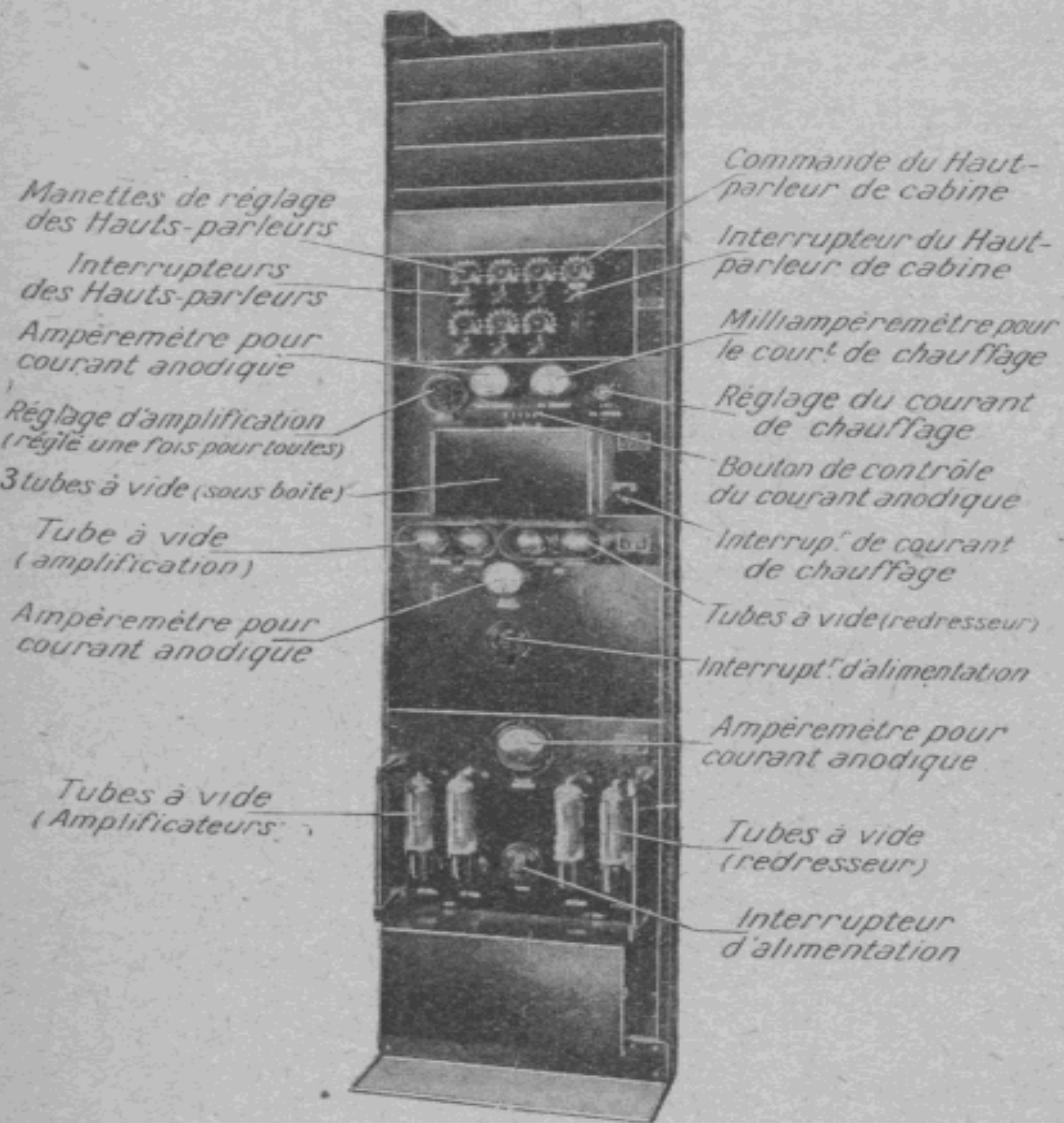


Fig. 102. — Vue d'ensemble d'un panneau amplificateur Western Electric.

bloc amplificateur en tous points semblables aux blocs du même genre des appareils de T. S. F. Dans les cabines de cinéma parlant, les blocs amplificateurs sont généralement en *double* de telle façon que,

si au cours de la projection une lampe claque ou si une panne se produit pour toute autre cause dans le bloc en service, on puisse à l'aide d'un inverseur passer instantanément sur l'autre bloc et ne pas arrêter la représentation. Dans ce but, les deux blocs amplificateurs et souvent leur boîte d'alimentation (fig. 102 et 104) sont enfermés dans une armoire en fer grillagée ou montés sur un panneau métallique comportant en avant les lampes, les commutateurs et les appareils de mesure et de contrôle et, en arrière, les connexions.

Danger des amplificateurs à grande puissance. — Ici, il est bon de faire remarquer qu'à cause

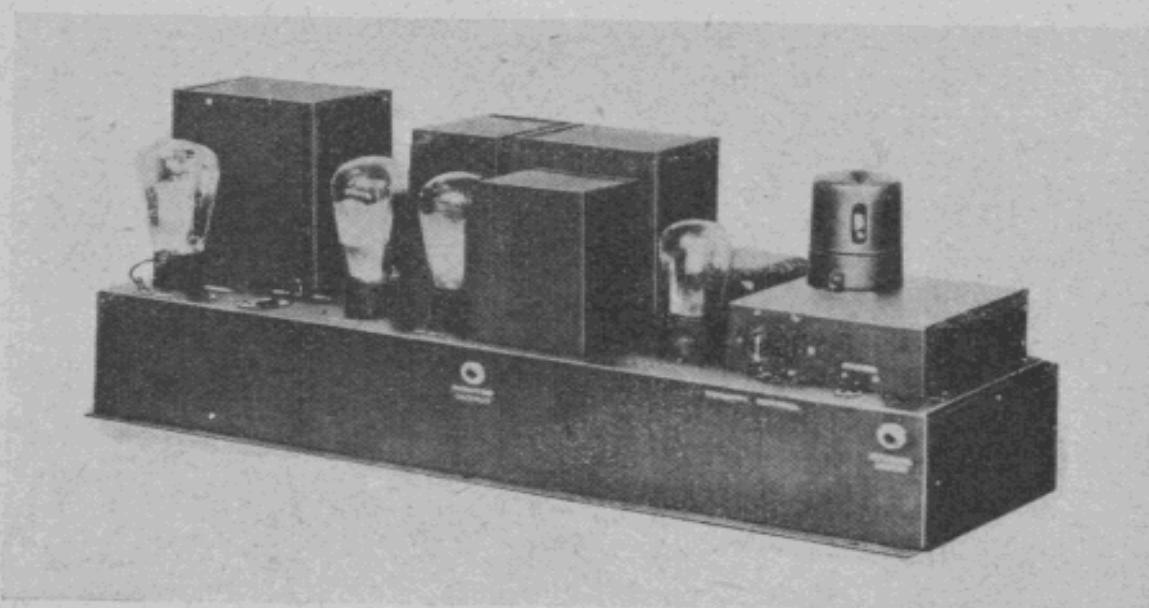


Fig. 103. — Vue d'ensemble d'un bloc-amplificateur R. C. A.

de la puissance requise par les haut-parleurs qui doivent se faire entendre autrement loin que ceux de T. S. F., on est conduit à employer des lampes amplificatrices puissantes sur les derniers étages de

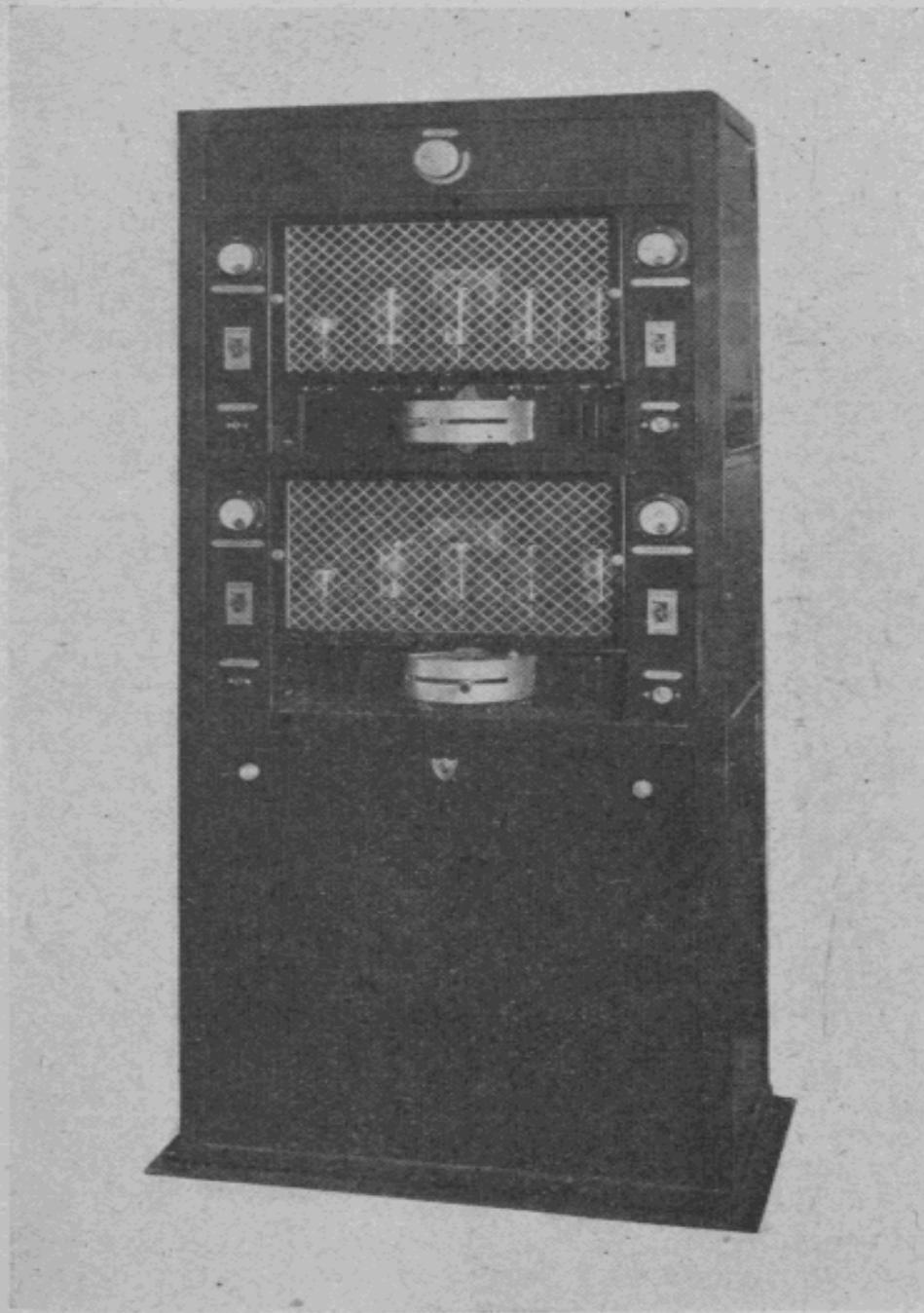


Fig. 104. — Vue d'ensemble d'un amplificateur de puissance système « *Radio-Cinéma* ».

l'amplificateur, lampes travaillant à des tensions de

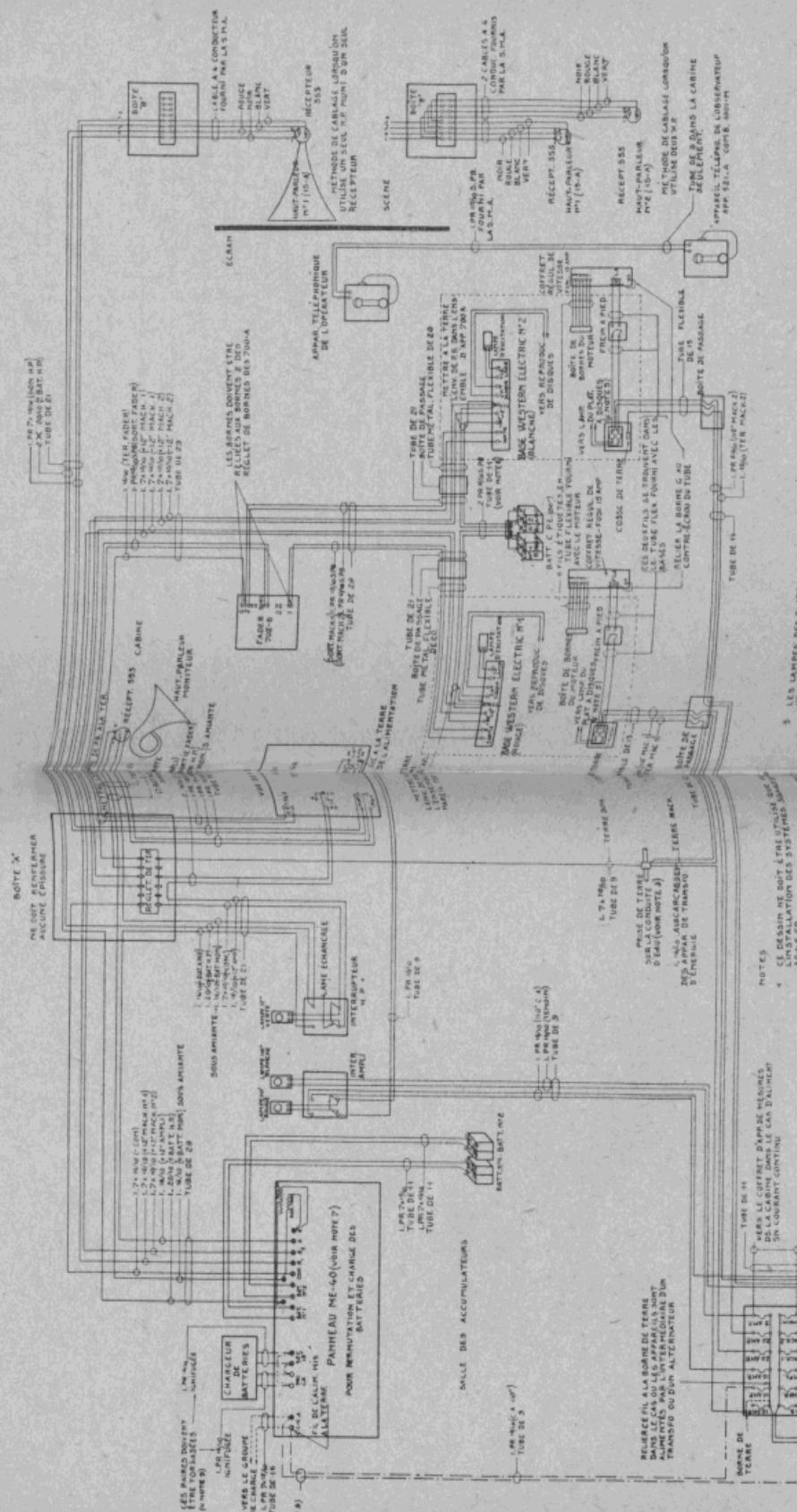


Fig. 105. — Schéma d'une installation de cabine de production sonore suivant le système Western Electric.

plaques élevées. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de constater la présence de tensions de l'ordre de 400 à 500 volts sur le dernier étage (les amplificateurs du Gaumont-Palace, la salle de cinéma la plus vaste du monde, utilisent des tensions de plaque de 3000 volts).

Or, comme cette tension est fournie par un système de redressement du genre de celui décrit (page 61), c'est-à-dire utilisant deux valves ou une valve bi-plaque, chaque plaque doit être reliée aux extrémités du secondaire d'un transformateur dont le point milieu sert de point de départ du courant continu. Il en résulte que si l'on veut obtenir une tension de plaque de 500 volts, par exemple, chaque moitié du secondaire transformateur devra fournir ces 500 volts et il y aura au total 1000 volts entre ses extrémités.

Comme ce transformateur est à circuit magnétique fermé, c'est-à-dire ne « fléchit » pas si on lui fait débiter du courant, il y aura *danger de mort* à toucher ses deux extrémités ; c'est pourquoi les services techniques de la Préfecture de police à Paris demandent aux constructeurs l'installation d'un dispositif de sécurité supprimant le courant en cas d'ouverture de l'armoire ou du coffre renfermant les circuits à tension élevée. Un simple bouton-poussoir manœuvré par les portes et agissant sur un commutateur intérieur suffit pour supprimer tout danger. Du reste, on n'a pas besoin en général de toucher aux circuits sous tension ; s'il y a une panne, l'opérateur passe avec son commutateur sur le bloc de réserve et c'est au constructeur qu'échoit le soin de remettre en état le bloc défectueux, cas du reste extrêmement rare quand les connexions sont solidement montées, seules les lampes dont la vie n'est pas éternelle ont

besoin d'être remplacées, mais cette opération peut être confiée au personnel d'entretien.

Fader. — Nous avons vu page 194 que, pour assurer la continuité des représentations, les cabines

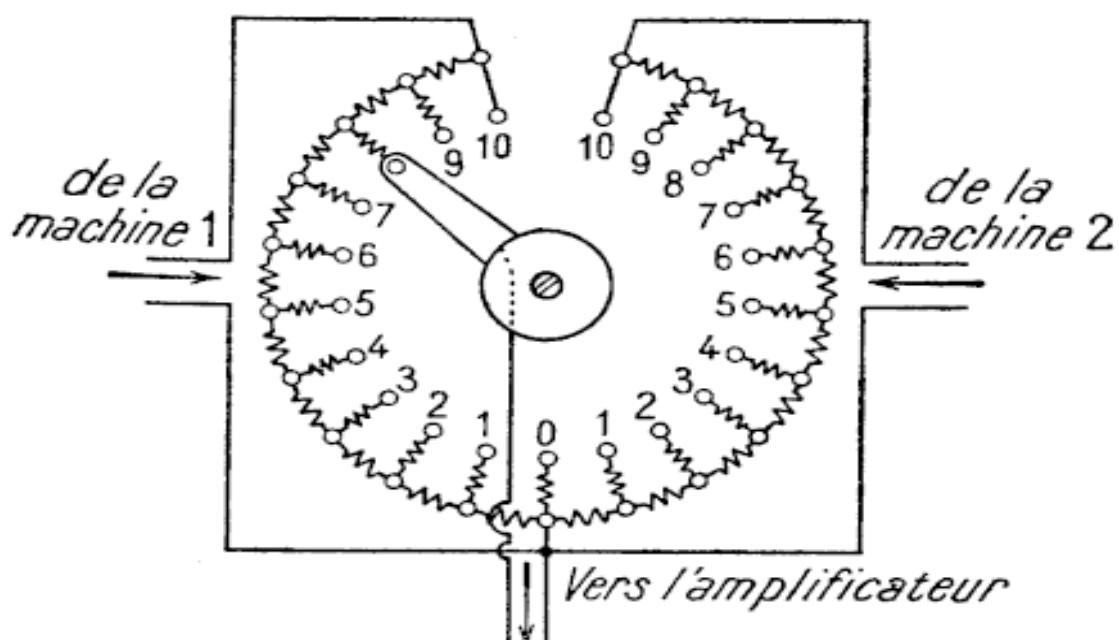


Fig. 106. — Schéma d'un « fader », ou potentiomètre.

de reproduction sonore comportaient au moins deux appareils, l'un étant en fonction, et l'autre en préparation. Les plus grandes bobines de film ne dépassant pas 500 mètres et leur durée de déroulement étant de 10 à 15 minutes, il en résulte qu'un grand film comporte souvent 5 à 6 bobines, qui doivent être passées à la suite sans interruption. Pour ce qui est des vues, on y arrive assez facilement, les deux projecteurs étant braqués très exactement sur l'écran, mais en ce qui concerne le son on ne peut pas passer d'une cellule sur l'autre à l'aide d'un

simple commutateur, parce qu'il se produirait au passage un claquement sec dans les haut-parleurs.

On fait donc chevaucher quelques instants les deux émissions provenant des cellules et on passe de l'une sur l'autre à l'aide d'un appareil auquel les Américains ont donné le nom de « *Fader* ». Le fader est basé sur le fait que dans la parole ou la musique, l'oreille ne perçoit pas les variations brusques d'intensité lorsqu'elles n'excèdent pas le rapport du simple au double.

Parmi les appareils imaginés dans ce but, le fader de la Compagnie Western Electric étant d'un schéma simple et facile à comprendre, nous en dirons quelques mots. Cet appareil (fig. 106) ressemble beaucoup à un rhéostat, ou mieux à un potentiomètre. Il comporte en effet groupées en cercle suivant des rayons une série de résistances aboutissant, d'une part, à des plots isolés et, d'autre part, à des points également répartis sur une résistance circulaire.

Une manette placée au centre et reliée à l'amplificateur principal permet de relier cet amplificateur à tel ou tel plot de l'appareil.

La cellule du projecteur n° 1 étant reliée par son pré-ampli à une extrémité de la résistance circulaire et la cellule du projecteur n° 2 à l'autre extrémité (bien entendu avec son pré-ampli intercalé), on voit qu'en manœuvrant la manette on peut faire communiquer graduellement l'amplificateur principal, soit avec le pré-ampli du projecteur n° 1, soit avec le pré-ampli du projecteur n° 2. Il n'y aura pas de « clac » dans le haut-parleur puisque pendant la manœuvre on insère graduellement une résistance d'un côté, tandis qu'on la diminue de l'autre. Ce fader a du reste aussi un autre but, il sert en quelque

sorte de « robinet » pendant la projection puisqu'il permet de régler à volonté l'intensité des sons.

La manœuvre est du reste la suivante : au repos la manette est placée au zéro (point milieu) et les deux projecteurs restent hors du circuit de l'amplificateur principal. Au départ d'un des appareils, lorsque le film a acquis dans ce premier projecteur sa vitesse normale, l'opérateur « donne le son » en tournant la manette du fader du côté correspondant au projecteur en marche, il règle le son en choisissant le plot pour lequel le son est convenable. Il lui est loisible d'ailleurs de pousser le son pendant les passages importants (coups, éclats de voix, etc.), puis au moment du changement de projecteur après avoir mis en marche le projecteur n° 2, l'opérateur ramène la manette des plots de gauche, par exemple, vers les plots de droite, le courant capté sur le pré-ampli de l'appareil n° 1 diminue tandis que celui fourni par le pré-ampli n° 2 augmente, le son peut passer alors d'une machine à l'autre sans que le public s'en aperçoive si l'opération est bien faite.

Installations électriques dans les cabines sonores. — Tout le monde sait qu'en T. S. F. les auditions sont souvent gênées par des bruits parasites; or en matière de cinéma parlant c'est une chose qu'il faut éviter à tout prix, car le public, assez difficile aujourd'hui, supporterait mal une audition qui laisserait entendre des ronflements continus ou des « clacs » et autres bruits parfaitement désagréables. Nous avons vu du reste que pour éviter qu'aux courants infiniment petits sortant des cellules photoélectriques, il ne vienne s'en mêler d'autres du même ordre (par défaut d'isolement ou par induction), on

faisait suivre la photo-cellule d'un premier amplificateur dit pré-ampli, qui donnait plus d'importance à ce courant si faible en se substituant à lui et permettait de franchir une certaine distance sans avoir à craindre l'introduction de parasites. Mais ce n'est pas tout et aucune installation de reproduction sonore ne fonctionnerait convenablement si l'on n'avait pris la précaution de faire passer *tous les fils* dans des tubes métalliques reliés à la terre. Grâce à ce procédé qui est celui de la cage de Faraday (1), les fils sont ainsi complètement soustraits aux influences extérieures, il peut passer à côté des courants extrêmement intenses comme ceux alimentant les arcs électriques de projection sans qu'aucune perturbation provenant de l'induction ne soit constatée. Les appareils eux-mêmes, cellules, pré-amplificateurs, amplificateurs, etc., sont toujours enfermés dans de solides boîtes en tôle reliées à la terre. Les tubes employés sont généralement ceux utilisés pour le chauffage central ou les canalisations électriques, c'est-à-dire qu'ils sont filetés aux deux bouts et se vissent dans des boîtes de raccordement des coudes ou des T (voir *Les Installations électriques*, Garnier frères, éditeurs, p. 108).

Les figures 105 et 113 représentent les schémas de cabines de cinémas sonores équipées avec des appareils « Western » (fig. 105) ou « Radio-Cinéma » (fig. 113 voir p. 216-217). Pour les autres systèmes, les équipements sont analogues.

(1) Faraday, célèbre physicien anglais, auquel on doit la découverte de l'induction, avait remarqué qu'un oiseau dans une cage métallique ne subissait aucune influence électrique provenant d'éteintes, par exemple, éclatant dans le voisinage.

CHAPITRE VII

Haut-parleurs.

La question des haut-parleurs est presque aussi importante que celle des cellules, car c'est de leur reproduction plus ou moins fidèle des sons que dépend le succès de l'installation. Les appareils utilisés dans les cinémas sont en général à pavillon ou à diffuseur. C'est ainsi que les installations de la Compagnie Western Electric comportent des haut-parleurs spéciaux, constitués par un pavillon rappelant de loin un cor de chasse au fond duquel se trouve le moteur, c'est-à-dire l'organe qui transforme les oscillations électriques en sons.

Le moyen employé est celui d'une bobine se déplaçant dans un champ magnétique, c'est celui de certains appareils de mesure (1). Rappelons-en rapidement le principe : une aiguille aimantée libre de se mouvoir est déviée par un courant électrique continu passant à proximité ; réciproquement si on rend l'aiguille ou l'aimant fixe et si on donne au circuit électrique la faculté de se mouvoir, c'est ce dernier qui se déplacera quand il sera le siège d'un courant,

(1) Voir *Installations et mesures électriques*, GARNIER FRÈRES p. 135.

exemple : le système d'enregistrement oscillographique.

Dans le haut-parleur en question une bobine en fil d'aluminium isolé au vernis est disposée dans

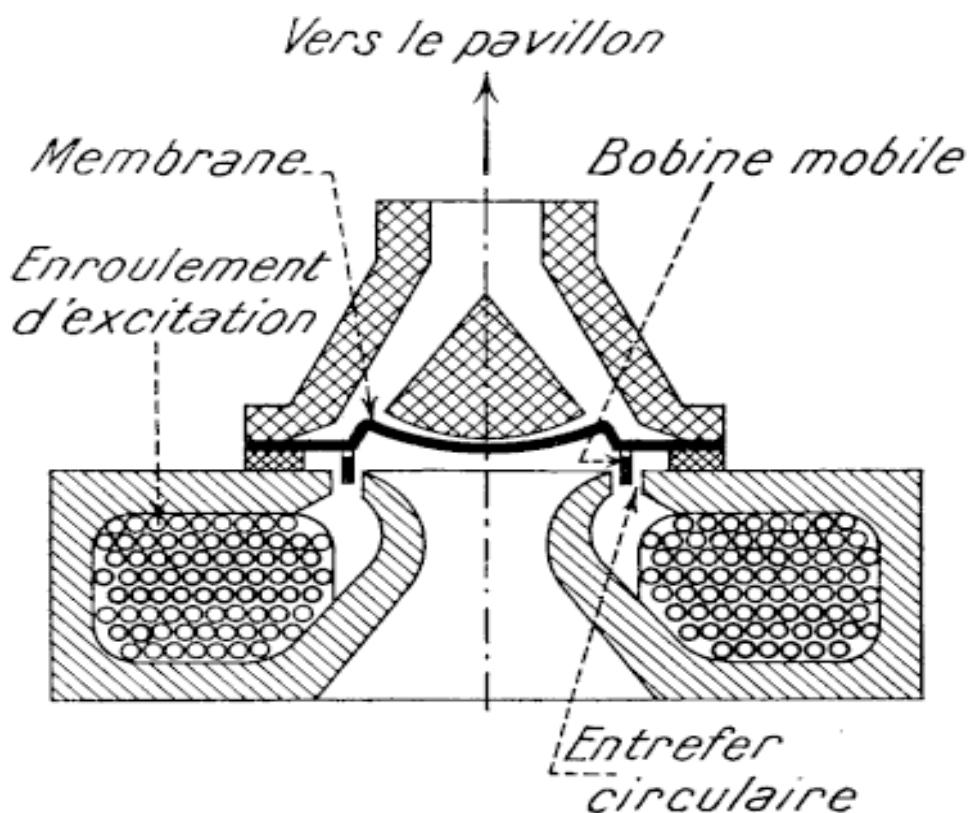


Fig. 107. — Coupe du bloc moteur d'un haut-parleur Western-Electric.

l'entrefer annulaire d'un fort électro-aimant (fig. 107), elle est solidaire d'un diaphragme en aluminium extrêmement mince (5 centièmes de millimètre environ d'épaisseur) fixé sur le pourtour de l'électro-aimant. Ce dernier étant excité par un courant continu constant produit dans son entrefer un champ magnétique constant comme celui d'un aimant, mais bien plus intense, il en résulte que si la bobine fixée au diaphragme mobile est parcourue par un courant,

alternatif par exemple, elle vibrera et entraînera avec elle le diaphragme qui se déplacera comme un piston en chassant l'air devant elle et en produisant un son, c'est là tout le mécanisme du haut-parleur.

Dans ces appareils à pavillon dit « exponentiel », les dimensions d'ouverture ne doivent pas être inférieures au quart de la longueur d'onde de la fréquence la plus basse à transmettre. Il en résulte que si l'on veut une bonne reproduction de sons de faible fréquence (50 par seconde, par exemple, dont la longueur d'onde est de 6 mètres environ), on est conduit à donner à l'ouverture du pavillon un diamètre de 1,5 m. et une longueur développée de 4 mètres environ.

Ces haut-parleurs comme ceux du type dit électrodynamique que nous allons décrire sont rassemblés derrière l'écran de façon à ce que pour les spectateurs l'illusion soit complète, mais les haut-parleurs à pavillon présentent l'avantage de pouvoir diriger le son, ce qui fait qu'en les braquant chacun sur un point de la salle, presque tous les spectateurs reçoivent les sons avec la même intensité.

Haut-parleur électrodynamique. — Cet appareil d'un usage très répandu aujourd'hui en T. S. F.

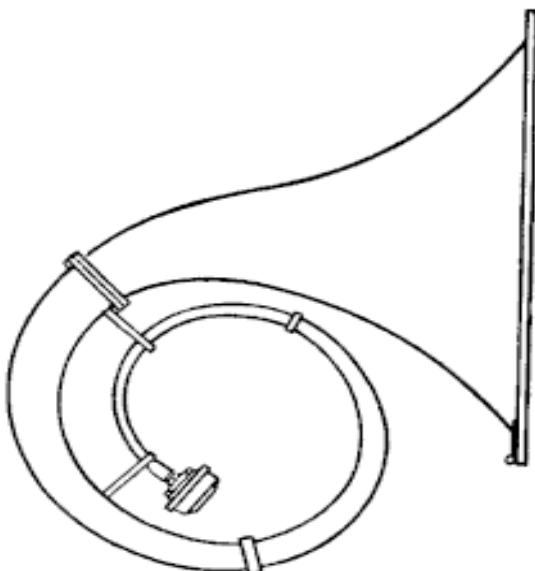


Fig. 108. — Haut-parleur à pavillon exponentiel (Western Electric).

ressemble au précédent en ce qu'il comporte lui aussi une bobine mobile se déplaçant dans l'entrefer annulaire d'un électro-aimant, mais il est moins encombrant que le précédent parce qu'il n'est pas

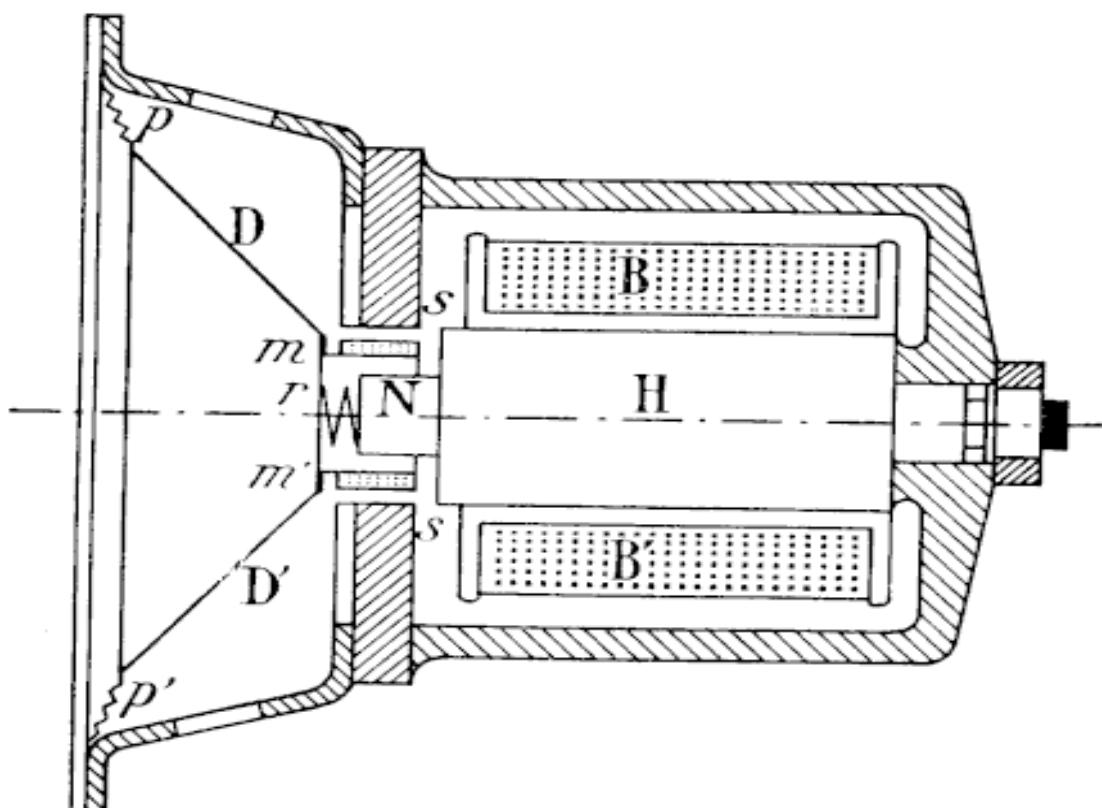


Fig. 109. — Coupe d'un haut-parleur électrodynamique.

monté à l'extrémité d'un pavillon et qu'il peut être fixé contre une paroi.

En principe, le haut-parleur électrodynamique est constitué par un diaphragme formé d'un tronc de cône en carton rigide DD' supporté à sa grande base par une membrane flexible en peau mince *pp*, et à sa petite base par une suspension très légère *r* en carton bakélisé. La petite base du cône se prolonge par un cylindre en carton *mm'* sur lequel est enroulé

un fil fin isolé qui constitue la *bobine mobile* de l'appareil et qui peut venir se déplacer dans l'entrefer annulaire d'un électro-aimant H. Le diaphragme en carton est suspendu à sa grande base par l'anneau en peau mince qui est fixé à la carcasse métallique de l'appareil et à sa petite base par la pièce découpée en carton bakélisé qui est elle-même attachée sur le pôle central. Il en résulte que le tronc de cône est extrêmement mobile et qu'il peut avancer et reculer tout d'une pièce à la façon d'un piston, lorsque la bobine qu'il porte à sa petite base se déplace dans l'entrefer sous l'action des courants qui la traversent.

C'est grâce à cet effet que la masse d'air embrassée par le cône est tour à tour chassée et attirée, ce qui met l'air en vibration et produit le son, de la même manière qu'une pierre jetée dans l'eau tranquille d'un bassin détermine une série d'ondulations.

Les inventeurs de cet appareil insistent beaucoup pour qu'il soit fixé contre une paroi, une planche carrée par exemple, ayant 1 mètre au moins de côté et qu'ils appellent le « baffle ». Ce baffle ou cet écran a pour but d'éviter l'annulation des vibrations à basse fréquence qui sont émises des deux côtés du diaphragme, mais que la paroi empêche de se rencontrer. Il en résulte que l'observateur placé devant n'entendra que les sons provenant de la partie avant du diaphragme sans être gêné par celles qui s'échappent de la partie arrière.

L'électro-aimant H doit être excité par du courant continu; à cet effet la bobine BB' qui l'entoure reçoit du courant du bloc de redressement déjà décrit (fig. 32), dont le plus souvent elle constitue la réactance, ou d'autre fois on fixe contre l'arrière du haut-parleur un petit transformateur relié par une prise

de courant à la distribution de courant alternatif, à 110 volts la plus voisine, un redresseur à ailettes ou rectox (fig. 65) convertissant le courant alternatif à basse tension (6 volts) provenant du secondaire du transformateur en courant redressé pour l'électro-aimant du haut-parleur.

La bobine mobile mm' est reliée par deux fils passant sous tubes métalliques (pour ne pas recevoir des courants d'induction) au dernier étage des amplificateurs.

Écran. — Les haut-parleurs que nous venons de voir sont presque toujours placés derrière l'écran pour donner au spectateur l'illusion qu'il a devant lui la scène réelle avec ses bruits et ses paroles.

L'écran idéal du cinéma muet était métallisé. On avait alors un pouvoir réflecteur de 90 p. 100. Pour le cinéma parlant il est nécessaire que les haut-parleurs :

1^o Soient groupés de façon à éviter tout déphasage (1) provenant des écarts entre diverses sources sonores synchrones;

2^o Soient situés derrière l'écran de façon à donner l'illusion que les artistes parlent.

Par suite, on a remplacé l'écran métallisé par des écrans en étoffe blanche ajourée genre cellular. Ces écrans sont convenables en ce sens qu'ils n'apportent pas une grande perturbation dans la transmission

(1) Si les haut-parleurs étaient disséminés dans la salle et pour peu que cette dernière soit un peu grande, le même son pourrait ne pas arriver en même temps de tous les haut-parleurs à un spectateur placé plus près des uns que des autres à cause de la vitesse du son dans l'air qui est de 330 mètres par seconde environ, il y aurait un déphasage qui serait assez désagréable à percevoir.

sonore. Par contre, ils ont un coefficient de réflexion faible, 70 p. 100, de plus la poussière les rend rapidement sales et leur coefficient de réflexion tombe encore.

On a récemment proposé des écrans en toile caoutchoutée perforée. Ces écrans ont un coefficient de réflexion voisin de celui de l'écran métallisé, sont perméables au son et de plus facilement lavables sur place. Le Gaumont-Palace possède un écran caoutchouté d'une surface de 200 mètres carrés.

Ces écrans sont très coûteux et le problème de l'écran bon marché, per-

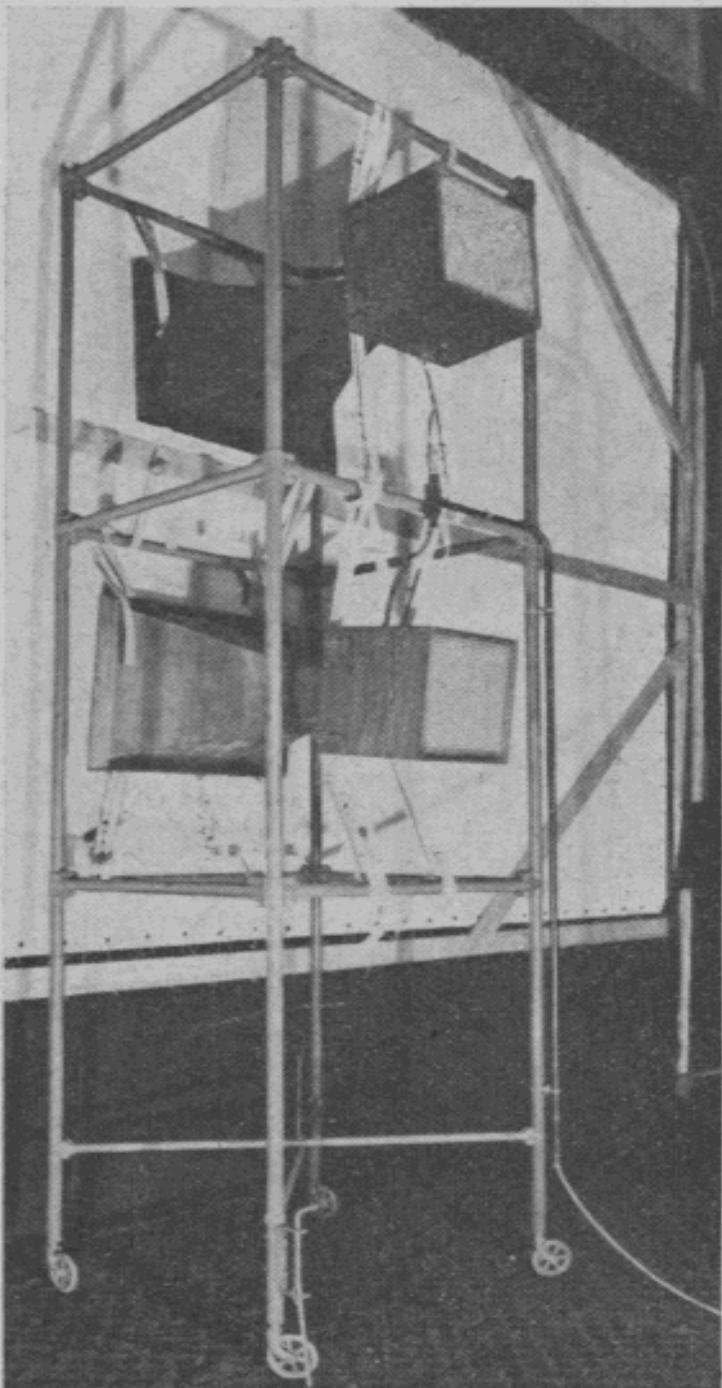


Fig. 110. — Montage de haut-parleurs R. C. A. derrière un écran

méable au son, de haut pouvoir réflecteur et non salissant reste posé.

Les écrans sont montés sur des cadres en bois fixes en général.

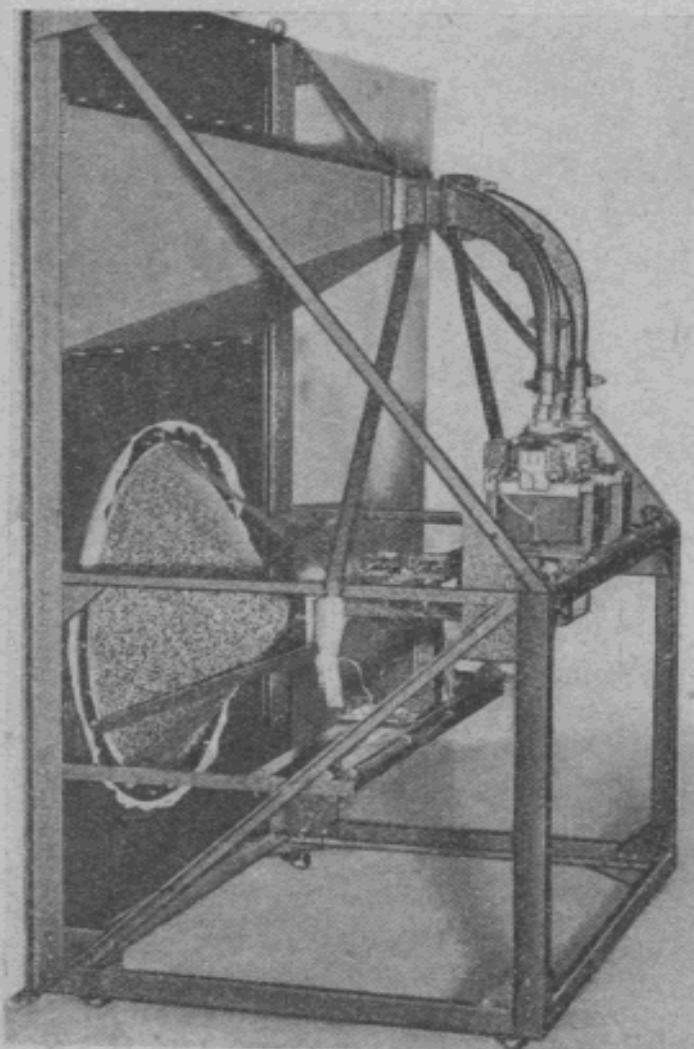


Fig. 111. — Groupe de haut-parleurs Klangfilm (deux prévus pour passer les notes graves et deux pour les notes aiguës).

Les cinémas qui offrent des attractions ont souvent besoin de supprimer écran et haut-parleurs.

On peut alors soit monter à la fois écran et haut-parleurs dans les cintres, ce qui est la meilleure solution, soit faire rouler l'ensemble latéralement dans les coulisses. Cette seconde solution est inférieure à la précédente, car elle soumet les haut-parleurs à des chocs qui risquent de les dérégler. Elle ne doit être employée que lorsque la première est impossible.

Résumé de l'étude du cinéma parlant. —
L'étude des procédés employés pour la réalisation

du cinéma parlant peut se résumer dans un schéma très simple, mais qui permettra de mieux se graver dans l'esprit les différentes opérations.

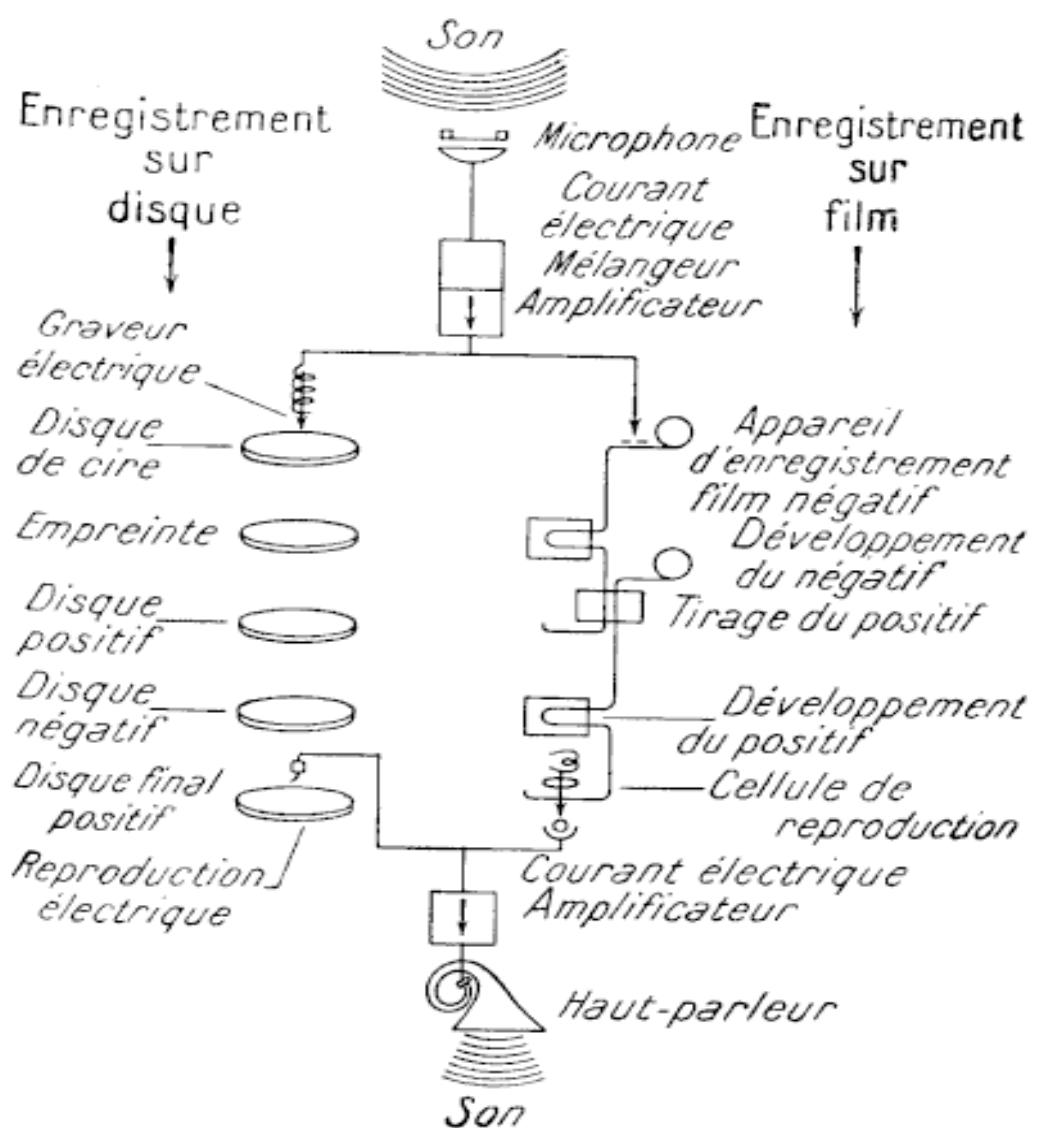


Fig. 112. — Schéma simplifié des opérations mises en œuvre dans le cinéma parlant.

Dans ce schéma (fig. 112), on part du *son* pour arriver au *son* tel que les haut-parleurs nous le rendent. Le son recueilli dans les microphones (au

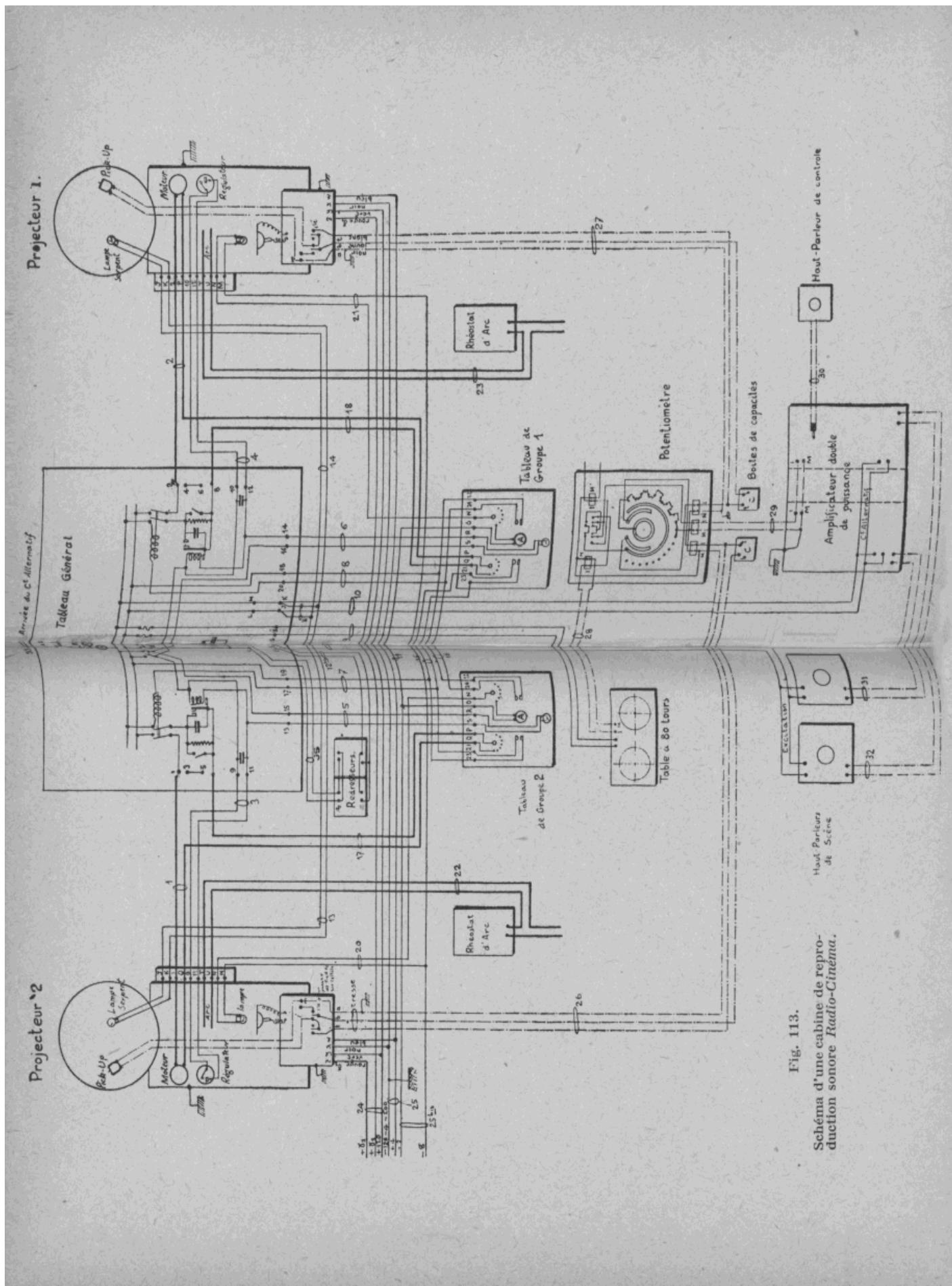


Fig. 113.
Schéma d'une cabine de reproduction sonore *Radio-Cinéma*.

haut de la figure) est transformé en vibrations électriques qui aboutissent à un *mélangeur*, puis à un *amplificateur*. De là, deux chemins à suivre ou plutôt deux procédés : l'un à gauche, concerne la reproduction par disques; l'autre à droite, la reproduction sur film.

Dans l'inscription sur disque, nous voyons d'abord (en haut et à gauche) le stylet qui grave sur un disque de cire vierge. De ce disque on fait une reproduction par la galvanoplastie, et avec cette reproduction, on refait une matrice que nous appellerons disque positif qui servira à faire un négatif sur lequel on comprimera la matière noire et dure des disques phonographiques bien connus. La matrice servira évidemment à faire autant de reproductions fidèles que l'on voudra et c'est là son avantage.

Les disques obtenus sont ceux qui sont passés ensuite dans les salles de cinémas où à l'aide d'un pick-up et d'un amplificateur relié à un haut-parleur, on peut faire entendre à un nombreux auditoire les sons enregistrés.

L'inscription sur film est résumée dans la partie droite du schéma, nous voyons les vibrations électriques, images fidèles des vibrations sonores captées par les microphones et convenablement mélangées, aboutir à un inscripteur sur film qui sera soit à densité variable, soit à densité constante. La pellicule impressionnée passe aussitôt au développement, ce qui donne un négatif. Par transfert photographique sur une bande identique, on a un positif qui est développé à son tour, fixé et séché, et passe enfin dans les blocs sonores devant la cellule des appareils de reproduction ! L'amplificateur et le haut-parleur complètent l'ensemble.

Ce schéma succinct montre cependant combien sont nombreuses les causes de déformation sonore qui peuvent s'introduire au cours des opérations. C'est d'abord le microphone qui n'est pas parfait, ensuite les amplificateurs qui peuvent introduire de la distorsion ou ne pas passer certaines fréquences, puis c'est l'enregistrement sur disque ou sur pellicule sujet à des défaillances. Enfin le passage d'un négatif à un positif que ce soit avec disque ou sur pellicule est forcément entaché d'infidélité, et finalement la reproduction sonore et son amplification aussi bien que son passage dans les haut-parleurs introduit encore en quelque sorte des impuretés si bien qu'on peut se demander comment malgré cet ensemble de difficultés accumulées, il reste encore quelque chose d'acceptable. C'est pourquoi on ne saurait répéter qu'on doit se montrer indulgent pour le cinéma parlant qui réalise en quelque sorte un miracle aux yeux même de ceux qui ont manipulé ces divers appareils.

Le public des cinémas, souvent ingrat, accuse bien à tort l'opérateur des petites imperfections qu'il constate; il oublie que le métier d'opérateur n'est pas aujourd'hui une sinécure et que ce dernier qui autrefois n'avait qu'une simple projection à surveiller a fort à faire maintenant avec les équipements sonores, qui demandent un doigté exceptionnel.

Puissent ceux qui auront lu ce livre comprendre ce que nous venons de dire et le répandre autour d'eux, on sera alors plus indulgent pour le cinéma parlant en général et pour les opérateurs en particulier.

CHAPITRE VIII

Conditions générales auxquelles doit satisfaire une salle de cinéma parlant moderne.

Le son étant reproduit, il importe de le conserver dans la salle, c'est-à-dire de ne pas le dénaturer par des échos, par exemple, aussi dirons-nous un mot des conditions que doivent remplir les salles de cinéma pour y arriver (1).

I. Acoustique. — La condition essentielle est l'intelligibilité.

Les conditions secondaires sont :

Répartition sonore égale en tout point de la salle, et pour toute fréquence;

Brillance, ampleur, vie de la musique.

II. Visibilité. — En chaque place le spectateur doit voir tout l'écran sous un angle ne dépassant pas 45°.

III. Aménagement matériel. — a) *Confort du fauteuil.* — Ce confort est limité par le souci de ne

(1) Conférence faite par M. ALFRED SOULIER, le 23 octobre 1931, au Congrès annuel de la cinématographie française.

pas perdre trop de places, on ne devra pas perdre de vue toutefois, que l'on doit prévoir une largeur minima de 0,45 m. entre deux fauteuils.

b) *Minimum de bruit.* — Le spectateur ne doit pas être dérangé dans son audition; en conséquence :

Parquets insonores (tapis moquette);

Fauteuils non bruyants (galets caoutchouc empêchant la fermeture de claquer);

Double porte avec amortisseur;

Paroi isolante pour éviter les bruits de la rue (au Gaumont-Palace la salle est entièrement contenue dans une enceinte séparée de 10 mètres de la salle. L'intervalle sert de dégagement et en même temps isole la salle des bruits extérieurs. D'autre part, le traitement acoustique interne sert également d'isolant).

c) *Ventilation.* — Dissipation des fumées.

d) *Chaufrage.* — Réfrigération.

e) *Eclairage.* — Il doit être aussi doux que possible et être de préférence indirect.

f) *Dégagements.* — Les dégagements sont et doivent être très largement prévus pour permettre le spectacle permanent, ils doivent en tout cas répondre aux prescriptions réglementaires (à Paris, à l'Ordonnance préfectorale du 1^{er} janvier 1927, voir p. 282).

ACOUSTIQUE DE LA SALLE

Les phénomènes acoustiques en salle close sont de trois ordres :

Echo. — L'écho franc ou son répété se produit lorsqu'un miroir de son se trouve éloigné de l'auditeur de plus de 11 mètres environ.

Zones de renforcement. — On parle parfois de zones

de silence. Elles n'existent que par comparaison avec des zones de renforcement. Ce sont en général les surfaces focales de miroirs de son concaves (plafond, murs).

Réverbération (ou résonance). — Lorsque dans une salle close, un son cesse d'être émis, l'auditeur continue à l'entendre pendant un temps plus ou moins long, par suite des réflexions nombreuses qui se produisent sur les murs ou tout objet faisant miroir. Ce phénomène est appelé internationalement réverbération.

Période de réverbération. — Le temps durant lequel l'auditeur continue à entendre un son après la cessation du son émission, est appelé : période de réverbération.

Formule de Sabine. — Le professeur Sabine (Université de Harvard) a montré avant la guerre et en expérimentant sur *de très petites salles de conférences*, que la période de réverbération est proportionnelle au volume de la salle, et inversement proportionnelle à l'absorption des parois et objets de toute nature se trouvant dans la salle y compris les spectateurs. Il a établi alors des tables de constantes donnant pour les différents matériaux de construction, l'absorption par mètre carré.

TRAITEMENT ACOUSTIQUE D'UNE SALLE DE CINÉMA

Il est nécessaire d'agir sur ces trois phénomènes : écho, zones de renforcement, réverbération. La méthode la plus ancienne est américaine et dérive des travaux du professeur Sabine (avant-guerre). La

méthode française est plus récente : elle dérive à la fois des travaux de G. Lyon et du professeur Sabine, et des travaux spéciaux à la reproduction par haut-parleurs.

Echo. — La méthode américaine de traitement, élaborée en expérimentant sur de très petites salles, ne tient pas compte de ce phénomène. La méthode française s'attache au contraire à supprimer complètement tout écho en capitonnant les surfaces qui peuvent former miroir de son et qui sont éloignées de plus de 11 mètres d'un auditeur.

Zones de renforcement. — La méthode américaine est encore muette sur ce phénomène. La méthode française prohibe les surfaces concaves dont le rayon de courbure serait suffisamment grand pour déterminer des surfaces focales au niveau des spectateurs.

Réverbération. — Les méthodes américaines et françaises s'attaquent à ce phénomène. La réverbération est liée directement :

- 1^o A l'intelligibilité du parler;
- 2^o A la brillance, l'ampleur, la vie de la musique.

Musique : l'expérience montre que la période de réverbération doit être proportionnelle au volume de la salle.

Parlé : l'expérience montre que la période de réverbération doit être au maximum de l'ordre de grandeur de une seconde à une seconde et demie.

Dans les petites salles, les deux conditions ne s'excluent pas. Dans les grandes salles, il faut choisir.

La méthode américaine ne tient pas compte de la limite supérieure nécessaire à la bonne intelligibilité du parlé, et dans tous les cas applique la loi expéri-

mentale de proportionnalité entre période de réverbération et volume.

La méthode française estime que la principale qualité acoustique d'un cinéma parlant est l'intelligibilité. En conséquence, elle n'applique la loi de proportionnalité que si la période ne dépasse pas une seconde et demie.

EXEMPLE : Gaumont-Palace.

La période admise par la méthode américaine était de deux secondes et demie environ. Dans ces conditions, l'intelligibilité eût été très imparfaite.

La période imposée par la méthode française, maximum une seconde cinq, aboutit à une intelligibilité absolue, même à 70 mètres de distance.

RÉALISATION

La réalisation porte sur :

a) *Les formes* : ainsi que nous l'avons dit : interdiction des surfaces concaves à grand rayon;

b) *Les matériaux* : matériaux absorbants.

Coton de verre. — Sorte de pulpe disposée sur clayonnage le long des murs et maintenue par une mousseline. Incombustible.

Coefficient d'absorption : 80 p. 100.

Feutre. — Le feutre de poil peut contenir de l'amiante pour le rendre incombustible. Il peut être peint au pistolet.

Coefficient d'absorption : 50 à 70 p. 100 suivant épaisseur.

Panneaux fibreux :

Fibre de bois : insulite, ten-test, isolbois.

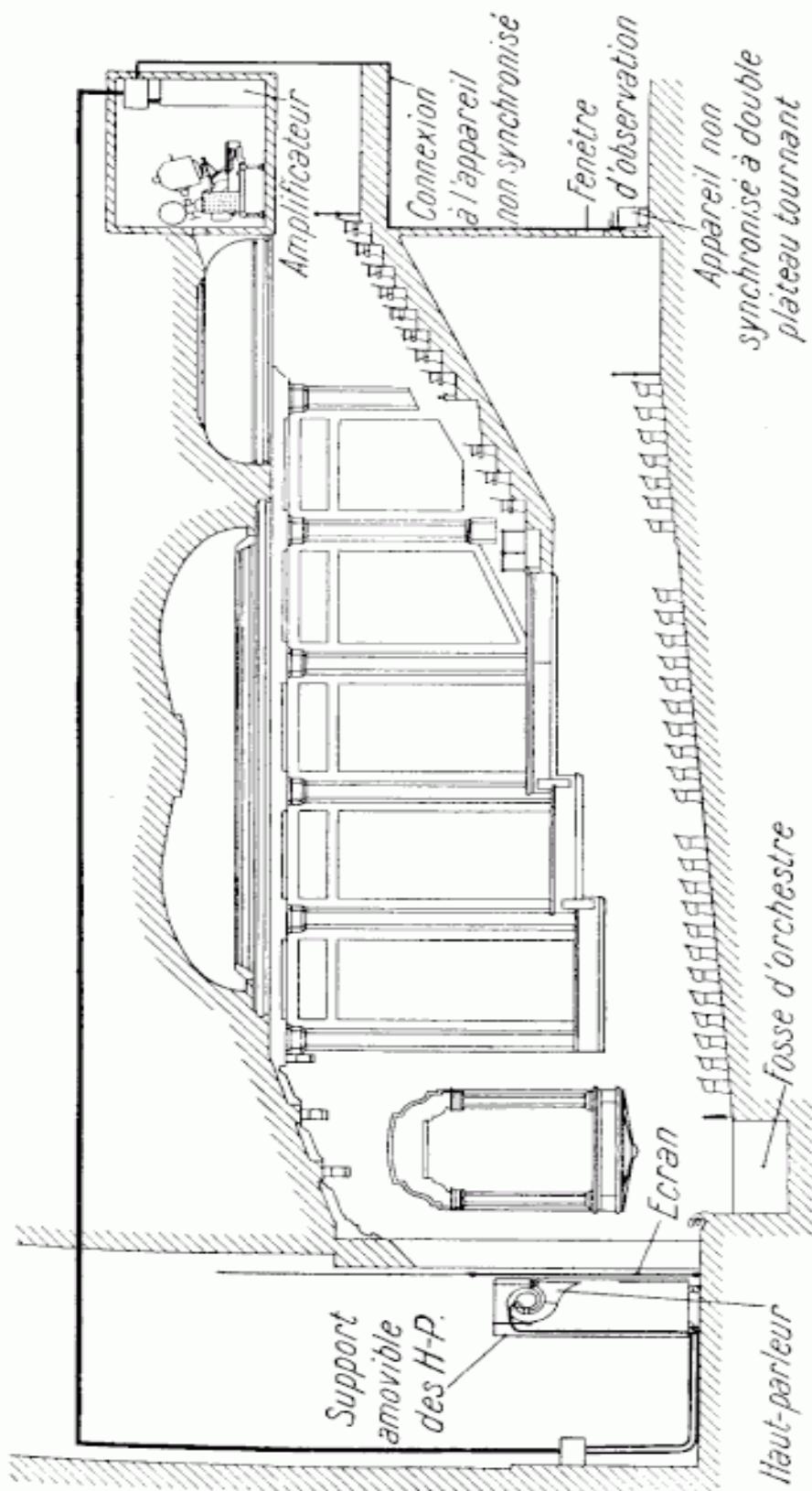


Fig. 114. — Coupe d'une salle de cinéma montrant l'organisation générale des appareils.

Racines exotiques : celotex, maftex d'emploi très facile et très courant, mais *dangereuses* en cas d'incendie.

Coefficient d'absorption : 20 à 30 p. 100 suivant épaisseur.

Tissu DAF. — Employé pour décorer les revêtements acoustiques inesthétiques (coton de verre, feutre) auxquels il n'enlève point leur qualité).

Le choix d'un matériel acoustique est déterminé :

1^o Par son niveau moyen d'absorption;

2^o Par son régime d'absorption aux différentes fréquences.

La plupart des matériaux absorbent davantage les sons de fréquence élevée que les sons de fréquence grave.

Pour remédier à cet inconvénient énorme qui donne aux salles traitées inconsidérément un son tonneau, on est amené :

Soit à employer plusieurs épaisseurs de matériaux différents.

Soit à onduler les surfaces recouvertes de matériaux, de façon que les rugosités formées à l'échelle des longueurs d'ondes sonores graves (de l'ordre du mètre) empêchent les surfaces de se comporter comme un miroir pour ces longueurs d'ondes.

Ces deux moyens ont été employés au Gaumont-Palace.

Au plafond, la surface est ondulée, le pas de l'ondulation passant graduellement de 0,70 m. à 1,40 m. (pour éviter tout effet de réseau et par suite de zone privilégiée).

Les ondulations en staff ont été recouvertes d'un feutre de 25 millimètres.

Sur les murs on a disposé :

- 5 centimètres de coton de verre
- 1 panneau fibreux de 12 millimètres
- 1 feutre de 25 millimètres peint au pistolet.

c) *Répartition.* — La méthode américaine répartit les matériaux absorbants au mieux des possibilités esthétiques. La chose importante étant à son point de vue la *quantité* de matériaux.

La méthode française fait dépendre la répartition :

- 1^o Des formes de la salle;
- 2^o De la courbe d'émission sonore dans l'espace des haut-parleurs employés.

En général, dans le cas d'une salle longue et de haut-parleurs électrodynamiques à baffle ou à écran, les parties essentielles à traiter sont :

Mur arrière d'écran.....	100	p. 100
Plafond.....	80	—
Mur de fond de salle.....	80	—
Murs latéraux.....	40	—

Si les haut-parleurs sont du type à baffle directionnels :

Mur arrière d'écran.....	100	p. 100
Moitié arrière du plafond.....	80	—
Mur de fond de salle.....	100	—
Moitié arrière des murs.....	50	—

Nous donnons ces chiffres à titre indicatif.

ADAPTATION DE SALLES EXISTANTES

C'est le problème le plus courant. C'est peut-être le plus délicat, car on n'est pas maître des formes et bien souvent, il n'est pas possible de traiter le

plafond (ne pas arrêter le spectacle), difficultés d'échafaudage, etc.).

On s'inspire au mieux des données que l'on a vues plus haut.

EXEMPLES DE TRAITEMENTS

Gaumont-Palace :

Salle de 50 000 m³, 70 mètres de long, 6 000 places.
37 mètres de large
25 mètres de haut

Salle pour laquelle aucun exemple ne pouvait servir.

Plus de 2 000 mètres carrés de murs sont traités :

5 centimètres de coton de verre
12 millimètres de panneaux fibreux
25 millimètres de feutre amianté

Environ 2 000 mètres carrés de plafond sont traités :

30 plissements allant de 0,70 m. à 1,40 m., de profondeur 0,45 m., recouverts de feutre amianté 25 millimètres.

750 mètres carrés de mur arrière d'écran sont traités :

10 centimètres de coton de verre maintenu par une mousseline.

De plus, 6 000 fauteuils rembourrés velours et 4 000 mètres carrés de tapis moquette complètent ce traitement.

Résultats prévus : intelligibilité absolue. Orchestre faible; en conséquence, on a prévu la reprise de

l'orchestre par microphones et haut-parleurs, ce qui a donné des résultats surprenants.

Elysées-Gaumont : type de la salle *adaptée*.

Primitivement, cette salle devait abriter un théâtre. Elle était donc conçue suivant la préoccupation dominante des constructeurs de théâtre ; assurer en chaque place une intensité de propagation suffisante, ce qui conduit à une période de réverbération élevée, à une profondeur restreinte et à une hauteur considérable.

Les formes étant arrêtées, il était impossible d'y remédier. On a donc dû se contenter d'agir sur la réverbération.

Traitements des murs de fond de salle : panneaux fibreux épais, 30 millimètres.

Traitements des murs et fond de scène : feutre incombustible sous 20 millimètres à grands plis.

Fauteuils rembourrés velours.

Tapis moquette partout.

A part ces deux salles prises respectivement comme type de la salle construite en vue du cinéma parlant et comme type de la salle de théâtre ou cinéma muet adapté au cinéma parlant, de très nombreuses salles ont été traitées.

RÉSUMÉ

La méthode française d'étude acoustique des salles de cinéma parlant a fait ses preuves sur la salle de cinéma la plus vaste du monde, le Gaumont Palace.

Un problème reste cependant posé :

Feutre amianté.....	260 fr. le mètre carré posé non peint.
Coton de verre sous 5 cm.	125
—	—
— 10 cm.	150
Panneaux fibreux..	15 à 20 fr. le mètre carré non posé.

Le matériel bon marché, de pose facile, très absorbant et se prêtant à certains effets esthétiques. En effet, les matériaux existants sur le marché sont extrêmement chers.

C'est ainsi que, au Gaumont Palace, le traitement du plafond a coûté en 1931 :

390	fr. le mètre carré au plafond.
500	— sur les murs.
150	— sur la scène.

Ignifugeage. — La plupart des matériaux insinuables étant combustibles au même titre que les décors, devront être *ignifugés*, c'est-à-dire enduits de produits empêchant la combustion de se maintenir ou de se propager.

Nous donnons à la fin de cet ouvrage des formules d'ignifuges, qui ont fait leurs preuves, étudiées qu'elles ont été par le *Laboratoire Municipal de Paris*, sous la haute direction de M. KLING; elles sont simples et faciles à employer, aussi ne saurions-nous trop en recommander l'application.

CHAPITRE IX

Les sources de courant électrique.

Comme on vient de le voir, c'est l'électricité qui est à la base du cinéma parlant; on peut dire que sans elle il n'existerait pas. Avant de terminer notre étude, nous passerons donc en revue les sources de courant électrique utilisées.

Courants alternatifs. — D'une façon générale, le point de départ est le courant alternatif des réseaux de distribution. La plupart des appareils de reproduction sonore sont établis pour utiliser des courants alternatifs à la tension de 110 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde. Si la tension n'est pas de 110 volts, un transformateur statique ou un auto-transformateur (1) l'y ramènera. Si la fréquence n'est que de 25 périodes par seconde, il sera utile (à moins de modifier transformateurs et moteurs) de convertir le courant du réseau en courant alternatif à 110 volts 50 per : sec. en lui faisant actionner un moteur de préférence synchrone (le type asyn-

(1) Voir *Les Installations électriques*, 12^e édition, page 235, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

chrone-synchronisé convient très bien) (1), lequel moteur entraînera un petit alternateur donnant 110 volts et 50 périodes par seconde.

Pour que l'accouplement puisse se faire, le moteur actionné par le réseau devra être à *deux pôles*, et l'alternateur manchonné au bout d'arbre aura *quatre pôles*. La solution de commande par courroie doit être rejetée à cause du glissement plus ou moins variable qu'elle entraîne qui ferait varier la fréquence avec la charge.

Courant continu. — Tout ce que nous avons dit se rapporte surtout à l'alimentation des amplificateurs ou des moteurs d'entraînement qui sont tous prévus aujourd'hui pour utiliser des courants alternatifs à 110 volts et 50 périodes par seconde, mais pour l'alimentation des lampes à arc de projection aussi bien que pour la charge des accumulateurs le courant continu s'impose.

1^o *Groupes convertisseurs-moteur-dynamo.* — Les lampes à arc de projection (voir p. 129) ne peuvent guère bien fonctionner qu'avec du courant continu, et comme en général les réseaux de distribution livrent les courants triphasés à 200 volts entre fils et à la fréquence 50 (sauf à Paris où l'on trouve exceptionnellement des courants diphasés (2) à 220 volts entre fils de phase mais à la fréquence 50 fort heureusement), il suffit de prévoir un moteur marchant sur ces courants et accouplé à une dynamo qui fournira le courant continu nécessaire.

(1) Voir *Les Moteurs électriques*, 11^e édition, page 139. GARNIER FRÈRES, éditeurs.

(2) Voir *Les Courants alternatifs*, 4^e édition, page 133. GARNIER FRÈRES, éditeurs.

On devra choisir ce groupe assez large, de façon à pouvoir forcer légèrement l'intensité si les films à passer sont trop sombres. Prenons par exemple le cas d'une cabine de projection qui a besoin de 20 ampères 110 volts pour chacune de ses lanternes, comme il y en a toujours au moins deux (une qui projette et l'autre qu'on prépare), cela fera au moins 40 ampères lorsque au moment du changement de lanterne les deux arcs seront allumés, nous prendrons une dynamo donnant 50 ampères sous 110 volts, soit 5500 watts, ce qui entraînera (à cause des pertes dues aux rendements superposés) (1) à prendre un moteur de 9 à 10 kilowatts.

Bien entendu ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif, car on emploie souvent avec des lampes à arc à miroir des intensités bien moins élevées.

En tout cas il sera bon de prévoir un moteur à coupleur manœuvré par la force centrifuge, ce qui évitera l'emploi d'un démarreur, que l'on peut oublier de ramener au zéro à l'arrêt, et qui formera court-circuit à la première mise en route. De plus, la dynamo sera du type à enroulement *compound*, c'est-à-dire qu'elle comportera un enroulement à fil fin et un gros fil dont le nombre de spires sera étudié pour faire donner à la machine une tension constante de 70 volts ou 110 volts par exemple, qu'elle soit à vide ou qu'il y ait une lampe ou deux d'allumées à la fois. Un tel ensemble réduit, pour les opérateurs, les manœuvres à un minimum, ce que l'on ne saurait

(1) Le rendement des moteurs et des génératrices de cette puissance étant de l'ordre de 80 p. 100 environ, l'ensemble n'aura qu'un rendement de $0,8 \times 0,8 = 0,64$, soit 64 p. 100, bien souvent avec de petites machines il n'est même que de 50 p. 100.

trop conseiller, étant donné que la conduite d'une cabine de cinéma parlant demande autrement d'attention que la projection des anciens films muets.

Vaut-il mieux prendre 110 volts que 70 volts? Les avis sont partagés, car étant donné que l'arc ne demande que 30 à 45 volts, le reste doit être absorbé

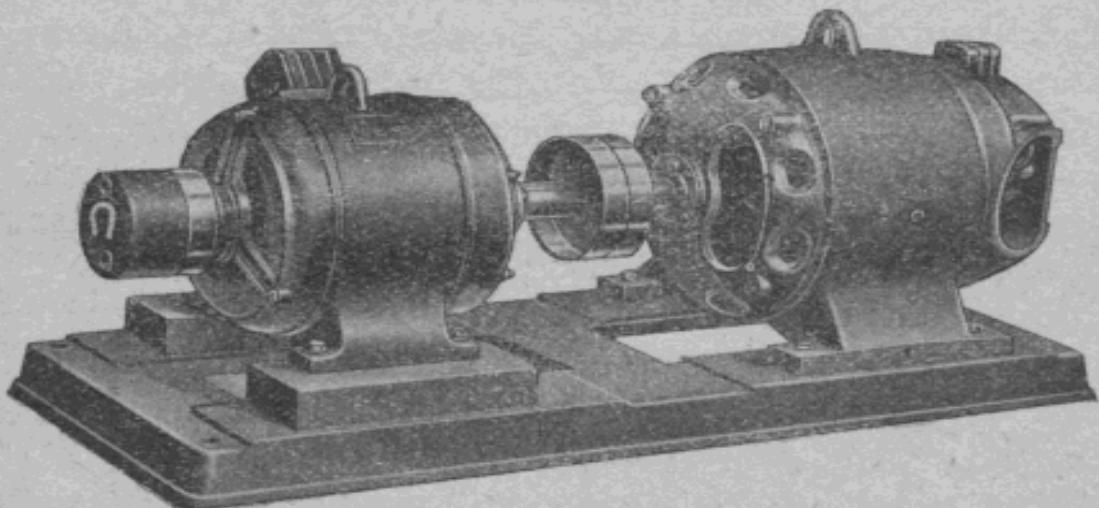


Fig. 115. — Groupe convertisseur Legendre : à droite la dynamo, à gauche le moteur à coupleur automatique.

dans des résistances, ce qui n'est guère économique. Mais comme on ne peut supprimer ces résistances qui permettent une certaine marge de réglage, on peut souvent se contenter de 70 volts. Avec 110 on a le même éclairage sensiblement, mais l'arc pouvant s'allonger davantage on n'est pas tenu à *rapprocher* aussi souvent les charbons. La figure 115 représente un groupe moteur-dynamo des établissements Legendre, à Paris, répondant aux indications données ci-dessous, c'est-à-dire avec moteur triphasé, diphasé ou même monophasé démarrant par simple manœuvre d'un interrupteur, un coupleur à force centrifuge placé en bout d'arbre et visible sur la figure 115

(boîte cylindrique à gauche) se chargeant de mettre automatiquement les résistances en court-circuit à mesure que la vitesse de l'arbre augmente. La dynamo accouplée par manchon élastique au moteur est à excitation compound, maintenant une tension constante quelle que soit l'intensité demandée à la dynamo (1).

2^o *Commutatrices.* — Les groupes moteur-géné-

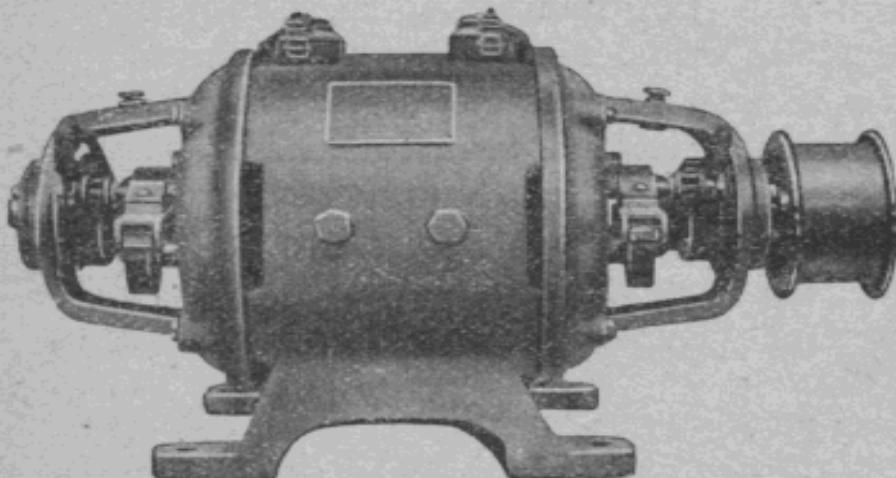


Fig. 116. — Commutatrice Japy.

rateur ne sont pas les seuls organes de transformation des courants alternatifs en courant continu, il y a aussi les commutatrices dont le rendement est bien meilleur (0,90 ou 0,95 au lieu de 0,64 ou 0,70) mais ces machines sont plus délicates que les groupes moteur-dynamo et comme elles doivent en outre comporter un transformateur (2) abaissant la tension alternative du réseau, l'ensemble revient souvent plus

(1) Voir le montage d'un groupe convertisseur dans le *Recueil de schémas*, planche 203.

(2) Voir le schéma du montage d'une commutatrice, même recueil, planche 207, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

cher qu'un groupe moteur-dynamo. Néanmoins dans les grandes installations, telles que celles du Gaumont-Palace à Paris, c'est à des commutatrices que l'on a recours.

La commutatrice est cependant bien souvent employée dans les cinémas pour réaliser la transformation *inverse* de courant continu en courants alternatifs. En effet, lorsque la source principale est du courant continu provenant par exemple d'une usine voisine, d'un groupe électrogène à moteur à essence ou à huile lourde actionnant une dynamo, le courant continu fourni qui est excellent pour alimenter les lampes à arc doit être transformé en courants alternatifs pour les amplificateurs, d'où la présence nécessaire d'une petite commutatrice. Si cette machine est alimentée par du courant continu à 110 volts, on ne devra pas perdre de vue que sur ses bagues on ne recueillera que 72 à 75 volts c'est-à-dire $\frac{110}{\sqrt{2}}$ et pour obtenir les 110 volts de courants alternatifs que réclament les amplificateurs il faudra lui adjoindre un petit auto-transformateur relevant de 75 à 110 volts la tension prise aux bagues.

Notons en passant l'apparente *inutilité* d'une telle transformation puisque pour alimenter les circuits de plaque des lampes triodes des amplificateurs il faut du *courant continu*, ce courant alternatif à 110 volts 50 per : sec. fourni par la commutatrice devra donc de nouveau être transformé en continu (voir p. 61) mais comme la tension de plaque est généralement supérieure à 110 volts, souvent même de 500 volts, une transformation s'impose pour laquelle d'ailleurs le rendement n'a aucune importance.

3^o *Redresseurs.* — L'application de la valve de

Fleming (p. 51) a donné lieu à des appareils de redressement des courants alternatifs plus faciles à employer que les appareils précédents parce qu'ils ne contiennent aucun organe en mouvement. Cela a été d'abord le redresseur à vapeur de mercure puis des perfectionnements à la valve de Fleming obtenus en introduisant dans l'ampoule, après que le vide y a été fait, un gaz tel que *l'argon* qui laisse assez bien passer le courant en aidant les électrons s'échappant du filament à gagner la plaque.

La valve de Fleming, telle que nous l'avons décrite page 51, convient très bien pour redresser de faibles courants de l'ordre de quelques milli-ampères comme ceux dont on a besoin dans les amplificateurs (fig. 61), mais pour alimenter des lampes à arc, il faut des redresseurs beaucoup plus puissants, c'est pourquoi on a recours aux redresseurs à vapeur de mercure ou ceux à argon tels que le « Tungar » (1) qui ne sont autres que des appareils dérivant de la valve de Fleming mais dans lequel après avoir fait le vide on a introduit du mercure dont la vapeur est très conductrice ou de l'argon, gaz assez peu résistant. Ces appareils sont alimentés par des transformateurs suivant des schémas qu'il serait trop long de décrire ici mais que l'on trouvera dans la plupart des ouvrages techniques sur l'électricité industrielle (2). Pour alimenter des lampes à arc des petites salles de cinémas, on prend soit de petits groupes moteur-dynamo du

(1) Tungar est un mot formé du préfixe « *tung* » de tungstène, ce métal sous forme de fil constituant la cathode incandescente de l'ampoule comme dans la valve de Fleming et du mot *argon* rappelant le gaz mis dans l'ampoule pour la rendre plus conductrice.

(2) Voir en particulier la planche 213 du *Recueil de schémas d'électricité industrielle*, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

genre de ceux décrits ci-dessus, et pour éviter le bruit on emploie le plus souvent deux redresseurs Tungar ou autres à raison d'un par lanterne de projection. Au delà de 15 ampères, il convient d'avoir recours

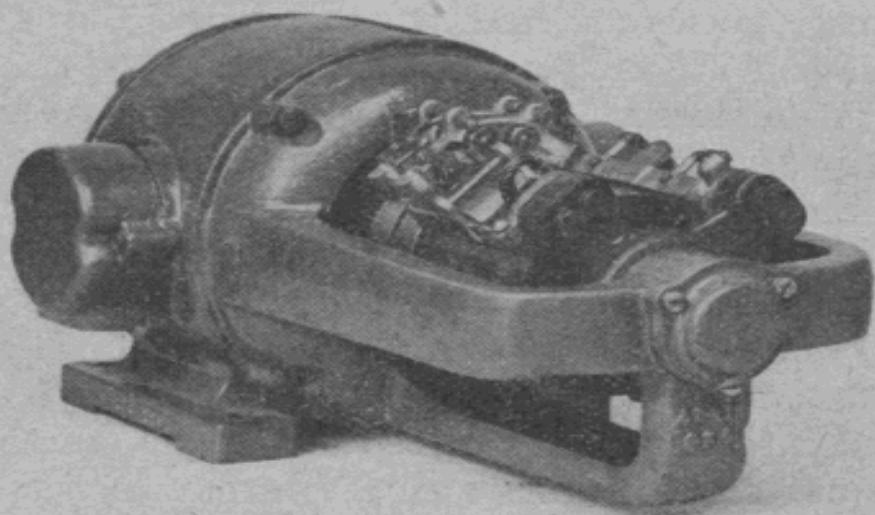


Fig. 117. — Vue d'ensemble d'un redresseur à collecteur mû par un moteur synchrone.

soit aux commutatrices, soit aux groupes moteur-générateurs.

Il a été établi des redresseurs mécaniques, réalisant une marche très économique, constitués par un petit moteur synchrone entraînant un *commutateur*, qui effectue le redressement. Le rendement de ces appareils approche de 90 p. 100 et leur capacité de surcharge est remarquable, la figure 117 représente un de ces appareils établis par M. GOZZANO d'après un de nos anciens modèles (1).

(1) Voir *Les Accumulateurs électriques*, p. 155 et 156, GARNIER FRÈRES, éditeurs.

4^o *Groupes électrogènes.* — Lorsqu'on est loin de tout réseau de distribution, chose de plus en plus rare aujourd'hui, ou même pour suppléer à ces réseaux en cas de panne on emploie les groupes électrogènes. Ces ensembles auxquels la guerre a donné un essor considérable (éclairage des projecteurs, des hôpitaux de campagne, etc.) sont constitués par un moteur à essence, généralement à 4 cylindres du type automobile accouplé directement à une dynamo à excitation compound. Un régulateur à force centrifuge très sensible agit sur le papillon d'admission des gaz et maintient une vitesse sensiblement constante quelle que soit la charge. Dans ces conditions, la dynamo, grâce à son excitation compound, fournit elle-même une tension constante qu'il y ait une ou deux lanternes allumées à la fois. Mais pour pouvoir alimenter les amplificateurs il devient nécessaire d'interposer une petite commutatrice comme nous l'avons dit plus haut, qui permettra, grâce au courant alternatif qu'elle fournit, de se procurer les tensions élevées de l'ordre de 500 volts des circuits de plaques des lampes triodes.

A la suite des pannes retentissantes de la C. P. D. E. ayant privé d'énergie électrique pendant plusieurs heures de nombreux quartiers de Paris, pas mal de cinémas de la capitale ont installé dans les sous-sols des groupes électrogènes de secours. On ne saurait trop engager les exploitants à avoir recours à cette mesure qui leur évitera de renvoyer le public en cas de manque toujours possible du courant des réseaux.

5^o *Eclairage de secours.* — Aux termes de l'art. 121 de l'*Ordonnance préfectorale du 1^{er} janvier 1927* qui régit tous les établissements du département de la Seine :

« Des lampes dites de sécurité alimentées par une source *différente* de celle de l'éclairage principal, « allumées depuis l'entrée du public jusqu'à sa sortie, « seront placées en nombre suffisant dans toutes les « parties visées par la présente Ordonnance pour permettre l'évacuation du public en cas d'extinction de l'éclairage normal.

« Des lampes seront notamment installées à chaque direction ou porte de sortie ainsi que dans les escaliers ».

Cet éclairage, auquel les services de surveillance de la Préfecture de Police tiennent beaucoup la main, est destiné surtout à éviter la panique en cas d'extinction générale et l'on sait que dans un tel cas il suffit d'un spectateur mal intentionné et criant « au feu » pour que le public s'affole et cherche la sortie en s'écrasant contre les murs si une lumière si faible soit-elle n'est pas là pour le diriger.

Un tel éclairage est généralement fourni par des accumulateurs, souvent par deux batteries dont l'une est en charge pendant que l'autre alimente les lampes de secours, un inverseur permettant de passer rapidement de l'une à l'autre. Dans les grandes salles la batterie comporte 12 ou 24 éléments (l'Ordonnance n'impose aucun nombre pour cela, on exige seulement l'emploi de lampes de 10 bougies minimum teintées en bleu) art. 122 et 123 (voir p. 292); dans les petites salles on se contente de 6 éléments (batteries d'automobiles) qui sont chargées dans la journée ou pour les spectacles continus employées en double, l'une travaillant sur le circuit de secours tandis que l'autre se charge.

Les diverses pannes de la C. P. D. E. à Paris ont montré par l'absence de panique lorsqu'elles se sont

produites, que cet éclairage de secours jouait bien le rôle qu'on lui demandait.

Enfin certains cinémas ont songé à installer sans que les règlements l'exigent de grosses batteries pouvant assurer la marche de la représentation pendant la durée de la panne, mais ce système n'est pas à conseiller à cause de l'importance considérable que doit avoir une telle batterie, de son entretien et de son prix élevé qui met l'heure de panne à un chiffre prohibitif. Mieux vaut encore avoir recours, quand on le peut, à un groupe électrogène à essence ou à huile lourde qui ne consomme rien au repos.

CHAPITRE X

Les films.

Les films employés actuellement sont constitués, avons-nous dit, par des bandes souples en celluloïd(1), par conséquent très inflammables présentant des trous destinés à engrener dans les dents des hérissons d'entraînement exactement comme une chaîne de bicyclette dans ses pignons. Les films dits ininflammables ou de sécurité sont généralement à l'acétate de cellulose, corps bien moins dangereux, le seul reproche qu'on puisse leur faire est de rester moins souples et d'être moins résistants à l'usure que ceux en celluloïd, ce qui explique la vogue de ces derniers.

Nous donnons ci-dessous la reproduction à une grande échelle d'un morceau de film français, on y trouvera indiquées une série de dimensions qu'il est en général difficile de mesurer exactement sur les bandes habituelles. C'est ainsi que la largeur totale de la pellicule est de 35 mm. (exactement 34,95 mm.), que chaque image mesure 18 mm. de hauteur et qu'il y a 4 perforations ou trous par image de chaque côté du film.

(1) Le celluloïd est obtenu par un mélange dans certaines proportions de camphre et de nitro-cellulose (coton-poudre) dans l'alcool, ce qui explique sa grande inflammabilité.

La piste sonore, s'il y en a une, mesure 1,8 mm. de largeur et il y a un espace de 3 mm. entre le bord

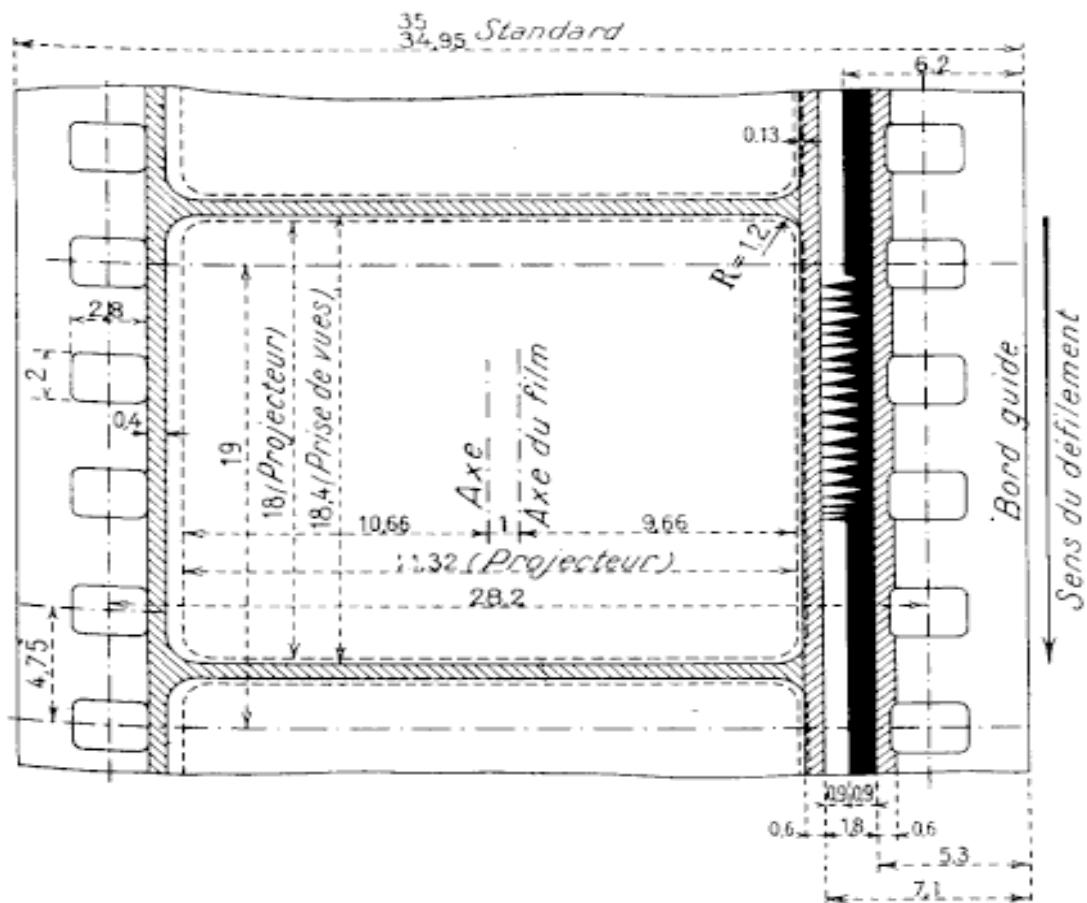


Fig. 118. — Fragment de pellicule grossi avec indications de ses principales dimensions.

des images et le bord des trous dont 1,8 mm. seulement sont occupés par la piste sonore.

Les bandes, qu'elles soient en celluloïd ou en acétate de cellulose, sont recouvertes d'une fine couche de gélatino-bromure sensible à la lumière, de la même manière que les pellicules des appareils photographiques portatifs bien connus aujourd'hui. Les films *négatifs*, c'est-à-dire ceux destinés à être employés dans les appareils de prise de vues ont une émulsion

beaucoup plus sensible que celles des films positifs, tirés par contact avec un négatif et destinés à passer dans les appareils de projection.

Fragilité des films. — En raison de son peu d'épaisseur, la pellicule cinématographique est assez fragile; elle est assez sensible aux variations de température aussi bien que d'état hygrométrique de l'air, et comme chaque film coûte assez cher il convient de les entourer de soins.

Tout d'abord on ne devra pas perdre de vue qu'en vieillissant, le film (surtout celui à l'acétate de cellulose) devient sec et *cassant*; en outre, il a tendance à se racornir et sa longueur diminue. Il en résulte que les perforations latérales ne correspondent plus à l'espacement des dents des pignons ou hérissons d'entraînement et le film « déraille » ou casse facilement au cours de la projection. Pour se rendre compte si un film a du retrait on prendra un double décimètre gradué en *demi-millimètres* et on mesurera avec, la longueur exacte de *dix images* en partant par exemple du bord d'une des images. La longueur normale à trouver est de 190 millimètres. Le film est inutilisable si la longueur mesurée est de 186 millimètres. Pour réduire les risques de retrait on conseille de les maintenir dans un degré d'humidité donné.

On ne devra pas oublier que les films conservés doivent être bobinés *gélatine en dehors*, car on arrive ainsi à prévenir le retrait dans une certaine mesure et on évite aussi que la gélatine se détache de son support. Un autre ennemi du film est l'appareil de projection, ou plutôt l'appareil vieux et mal entretenu. Dans ces appareils, à force de servir, les dents des hérissons se creusent à la base et leur donnent

l'apparence de *griffes*; il en résulte que les perforations du film au lieu de se dégager librement sont en quelque sorte accrochées, elles s'agrandissent et quelquefois se déchirent.

Notons en passant qu'un graissage trop abondant des organes de déroulement peut abîmer les films par l'huile qu'ils projettent dessus en tournant rapi-

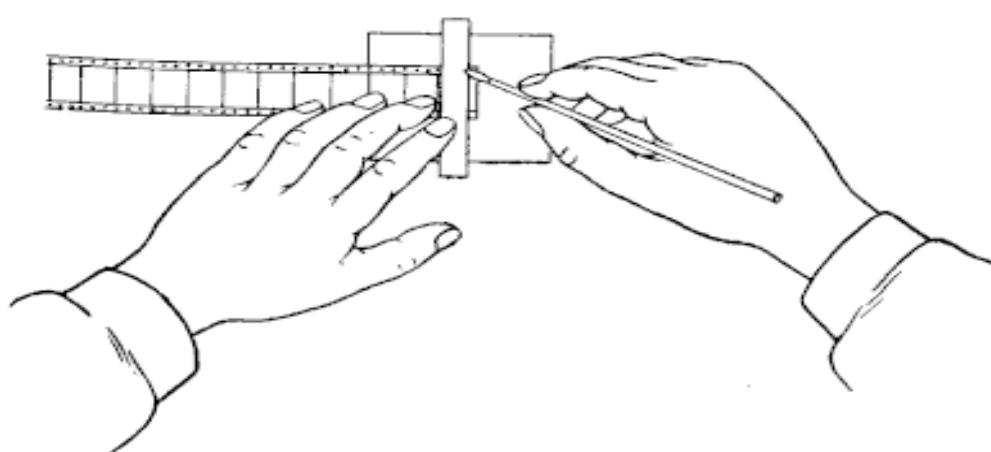


Fig. 119. — Réparation d'un film (préparation de la bande).

dement. Enfin la poussière leur est funeste, surtout lorsqu'elle s'accumule dans la fenêtre de projection, il y a parfois des grains qui rayent le film comme le ferait un silex, ce qui se traduit sur l'écran par des stries très désagréables à observer.

Réparation des films. — Il arrive qu'un film vient à casser en cours de projection sans qu'il y ait pour cela faute de l'opérateur, de même il est souvent utile de coller bout à bout plusieurs scènes de films afin de les avoir sur la même bobine, tout opérateur devra donc savoir raccorder deux pellicules l'une à l'autre.

Le matériel à employer est peu compliqué : un bon canif ou grattoir bien aiguisé, une règle plate en acier de 10 à 12 centimètres de long environ et 12 à 15 millimètres de largeur (un fragment de ressort de pendule peut très bien convenir après l'avoir redressé). Enfin une paire de ciseaux et un blaireau fin.

On commencera par couper à la séparation de

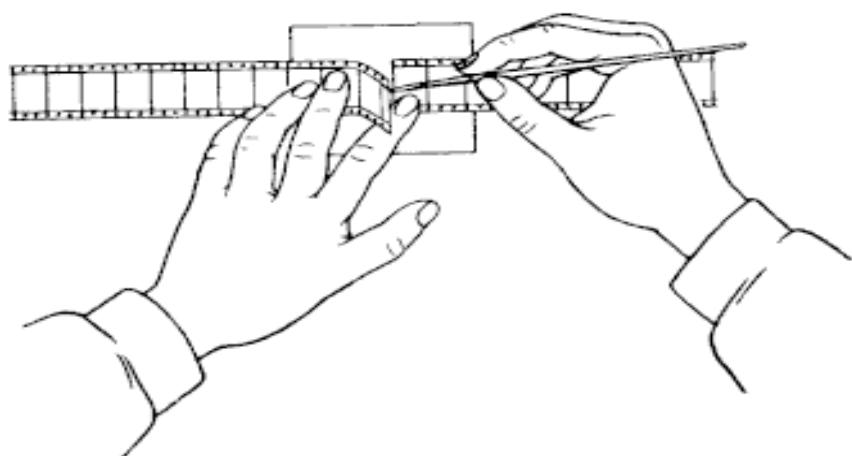


Fig. 120. — Réparation d'un film (collage de deux bandes).

deux images une des extrémités du film à raccorder, le deuxième film ne devra évidemment pas être coupé au même endroit mais à 4 à 5 millimètres plus loin de façon à laisser une petite bande sur laquelle se fera le raccord (fig. 119). Ce dernier film est placée à plat, côté gélatine en dessus, la languette de 4 à 5 mm. reposant sur une plaque de verre (plaqué photographique bien nettoyée). On appliquera ensuite la réglette sur la dernière image de façon à ne laisser dépasser que la languette. On humectera légèrement cette partie pour rendre molle la gélatine, puis, tandis qu'avec la main gauche appuyant la réglette on maintient le film fermement en place, on enlèvera de la

main droite avec le grattoir toute la gélatine de la languette qui deviendra ainsi transparente (on devra éviter de creuser le film avec la pointe du grattoir ou du canif, ce qui pourrait amorcer une nouvelle cassure, on devra gratter uniformément la surface de la languette à dénuder) (1).

On placera ensuite les films dans le prolongement l'un de l'autre de façon à recouvrir avec la languette la dernière image du premier film. On s'assurera que les perforations concordent et se superposent exactement, puis tenant avec les doigts de la main gauche les deux films à raccorder (fig. 120) on glissera un pinceau imbibé de colle spéciale (2) entre les deux parties en présence et on pressera les deux parties l'une contre l'autre sans déplacer aucun des deux films. On enlèvera ensuite les bavures de colle et on ébarbera les bords avec les ciseaux si c'est nécessaire. Le raccordement des pistes sonores se fait suivant les indications des figures 126 et 127.

(1) *Vade Mecum* de l'opérateur et de l'exploitant, par FILMOS.

(2) On trouve dans le commerce d'excellentes colles pour films mais on peut aussi en fabriquer en utilisant de l'acétate d'amyle par exemple ou de l'acétone pour le celluloïd et un mélange d'acétone, de celluloïd et d'acide acétique cristallisables pour les films à l'acétate de cellulose.

CHAPITRE XI

Entretien et mise en marche des appareils de reproduction sonore.

Entretien journalier des appareils de reproduction sonore. — *Avant la projection.* — Avant de mettre en marche l'équipement d'une cabine de projection l'opérateur doit, obligatoirement, procéder à certaines vérifications préliminaires afin de se rendre compte si l'appareillage est en parfait ordre de marche. L'ordre chronologique de ces vérifications est le suivant :

- 1^o Nettoyer très soigneusement et graisser les projecteurs. Enlever tout excès d'huile;
- 2^o Nettoyer très soigneusement et graisser les têtes sonores. Enlever tout excès d'huile;
- 3^o Nettoyer très soigneusement les couloirs du lecteur sonore, l'extérieur des lentilles du système optique avec une étoffe propre et fine. Le couloir du lecteur sonore devra obligatoirement être essuyé après le passage de chaque bobine. Ne pas dérégler le système optique, *ceci est très important*;
- 4^o S'assurer que l'ampoule de la photo-cellule est propre, la lampe excitatrice propre et bien centrée.

Instructions pour la mise en marche de l'amplificateur :

- a) Fermer l'interrupteur général d'arrivée du courant vers l'amplificateur et les moteurs de projecteurs. La lampe témoin (s'il y en a une) indiquera la présence du courant dans les circuits;
- b) Laisser chauffer les lampes de l'amplificateur pendant trois quatre minutes;
- c) Allumer la lampe excitatrice de cellule du projecteur en préparation;
- d) Placer le bouton du volume contrôle sur sa position normale;
- e) Placer l'inverseur de passage sur le projecteur voulu, dont l'excitatrice est allumée.

Vérification de la photo-cellule d'un projecteur :

- a) Mettre en circuit l'amplificateur avec le projecteur en essai (s'il n'est pas déjà dans cette position), en utilisant l'inverseur de passage;
- b) S'assurer que le bouton du contrôleur de volume de son est sur sa position normale;
- c) Ouvrir le couloir du lecteur de son et intercepter le faisceau lumineux en passant une carte devant la fenêtre du système optique. Un claquement net doit être perçu.

Refaire les mêmes opérations avec l'autre projecteur.

Après la projection. — Mettre à l'arrêt l'interrupteur d'alimentation.

Mise en marche des appareils de projection avec son. — Nous appellerons appareil de reprise le projecteur chargé, prêt à enchaîner avec le projecteur en marche.

L'appareil de reprise met environ huit secondes à acquérir la vitesse de 24 images. Il est donc néces-

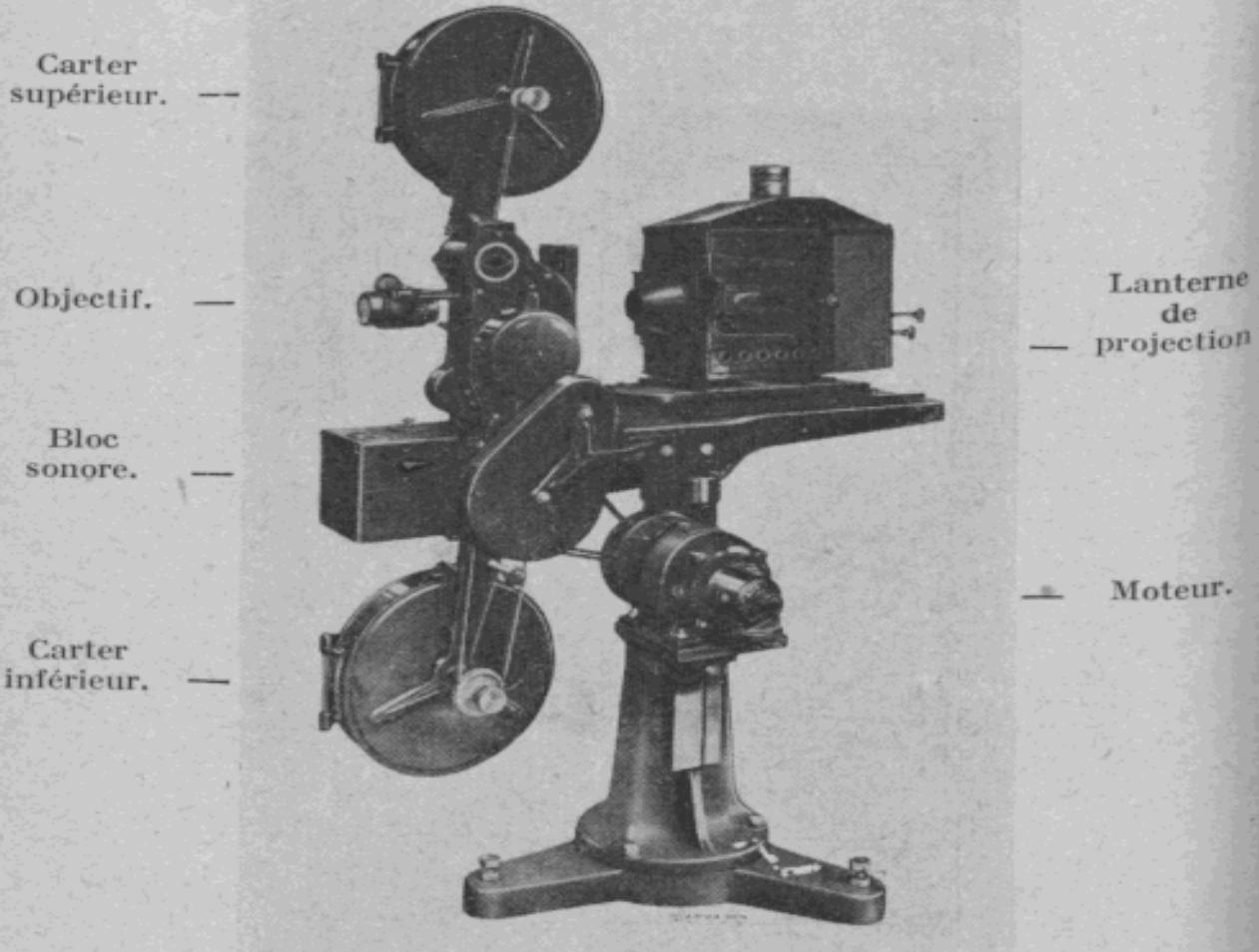


Fig. 121. — Vue d'ensemble d'un appareil de projection et de reproduction sonore « R. C. A. ».

saire de le lancer avant la fin de la bobine précédente.

Pour le lancement de cet appareil, repérer l'image se trouvant à 3,60 m. avant la fin d'une bobine.

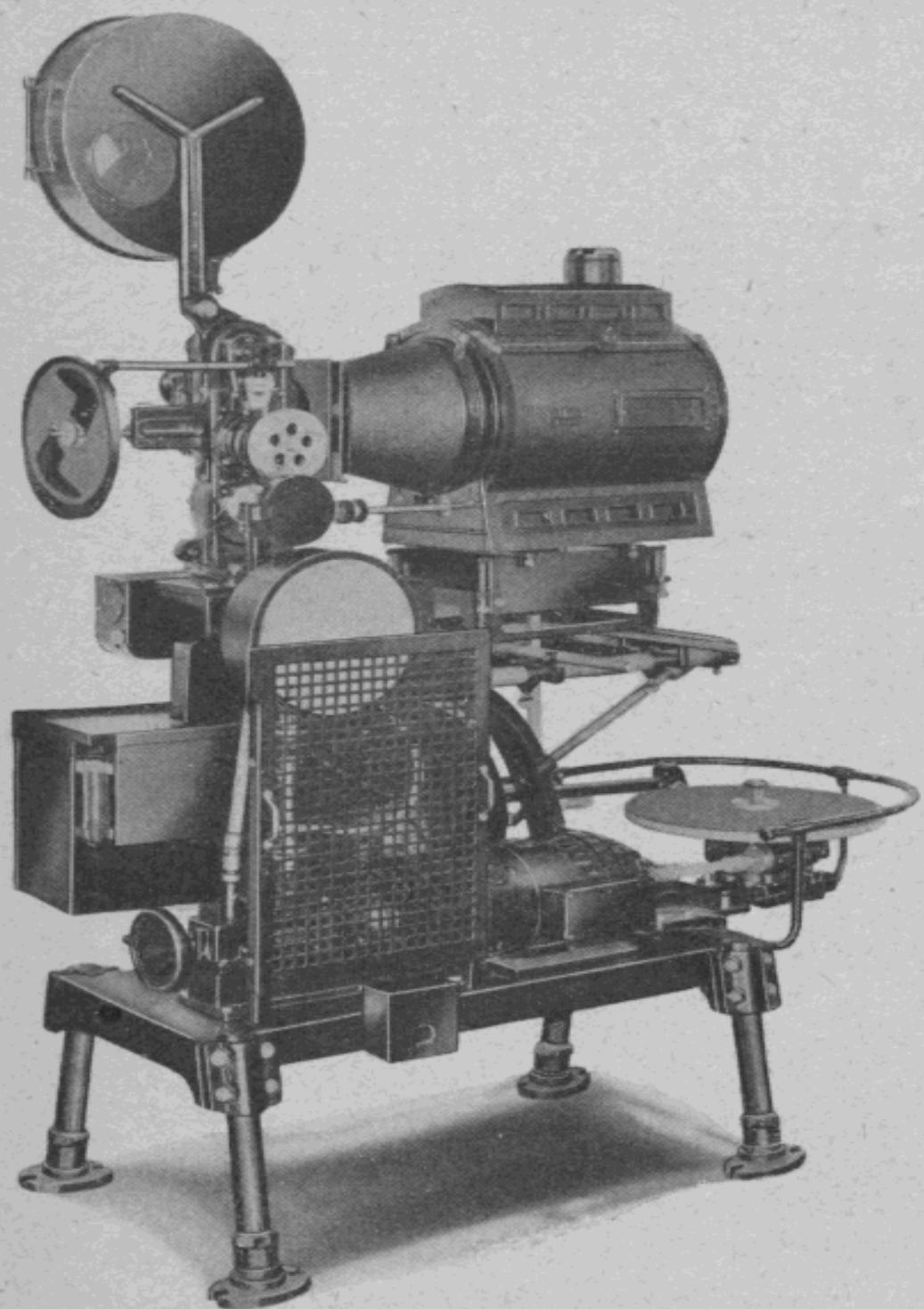


Fig. 122. — Vue d'ensemble d'un appareil de projection et de reproduction sonore « Western ».

Pour faciliter la description des manœuvres, nous supposerons que la projection commence par le projecteur A (la projection peut, évidemment, commencer par n'importe quel projecteur).

Le point important est de manœuvrer avec soin l'inverseur de passage. Par exemple, si la projection commence avec le projecteur A, l'inverseur de passage doit être sur la position correspondant au projecteur B. La raison de cette précaution est que si le projecteur est relié à l'amplificateur pendant son chargement, la mise en place du film causera des bruits dans le haut-parleur.

- 1^o Mettre en marche l'amplificateur en manœuvrant l'interrupteur d'alimentation;
- 2^o Amener le bouton du contrôleur de volume du son à sa position normale;
- 3^o Mettre en place le cache-inscription sonore sur la fenêtre de projection;
- 4^o Charger le projecteur suivant son mode propre de chargement;
- 5^o Allumer la lampe excitatrice;
- 6^o Allumer l'arc;
- 7^o Au moment voulu, démarrer le moteur de projecteur;
- 8^o Lorsque le moteur a atteint sa vitesse normale, ouvrir le volet de lanterne;
- 9^o Au moment précis où le son doit commencer, mettre l'inverseur de passage du projecteur en bonne position, c'est-à-dire dans notre cas sur le projecteur A;
- 10^o Durant la projection, régler le volume du son

aussi souvent que cela est nécessaire au moyen du contrôleur de volume.

Changement sur film sonore.

- 1^o Mettre en place le cache-inscription sonore sur la fenêtre du projecteur de reprise;
- 2^o Charger le projecteur de reprise suivant son mode propre de chargement;
- 3^o Allumer la lampe excitatrice du projecteur de reprise;
- 4^o Allumer l'arc;
- 5^o Au moment indiqué précédemment, mettre en marche le moteur du projecteur préparé;
- 6^o Lorsque le moteur a atteint sa vitesse normale, fermer le volet du projecteur à bout de film et ouvrir le volet du projecteur de reprise;
- 7^o Dès que le son du projecteur à bout de film s'arrête, placer l'inverseur de passage sur le côté correspondant au projecteur de reprise;
- 8^o Arrêter le moteur du projecteur à bout de film;
- 9^o Eteindre son arc;
- 10^o Eteindre la lampe excitatrice;
- 11^o Régler le volume du son du projecteur en marche au moyen du contrôleur de volume.

Arrêt avec film sonore.

- 1^o Arrêter le son avec l'inverseur de passage;
- 2^o Fermer le volet de lanterne;
- 3^o Arrêter le moteur du projecteur;

- 4° Eteindre l'arc;
- 5° Eteindre la lampe excitatrice;
- 6° Mettre à l'arrêt l'interrupteur de l'alimentation de l'amplificateur.

Pannes. Diagnostics et remèdes.

Pas de son sur film sonore.

1° Les interrupteurs sont-ils en bonne place? Revoir les instructions pour la mise en marche de l'amplificateur et démarrage avec film sonore;

2° La lampe excitatrice est peut-être brûlée, remettre une lampe nouvelle;

3° L'inverseur de passage est sur le projecteur arrêté;

4° La photo-cellule est mauvaise, il convient d'essayer une nouvelle photo-cellule. Une cellule photo-électrique peut être abîmée par un mauvais usage. Il importe de ne jamais la soumettre à une forte lumière, que la tension de polarisation soit appliquée ou non. On doit la manipuler doucement et sans la secouer. Lorsqu'il n'y a pas de film dans le projecteur, on peut voir le cercle ou le rectangle lumineux de la lampe excitatrice sur la cellule. Il faut que ce cercle soit situé au centre de la plaque de la cellule photo-électrique. La malpropreté des broches de la cellule peut aussi créer des ennuis. Il est facile de les nettoyer avec du papier de verre que l'on choisira fin à la condition d'essuyer, soigneusement, ensuite chaque broche avec un linge;

5° Système optique complètement bouché. En ce cas, aucun cercle de lumière blanche ne sera visible

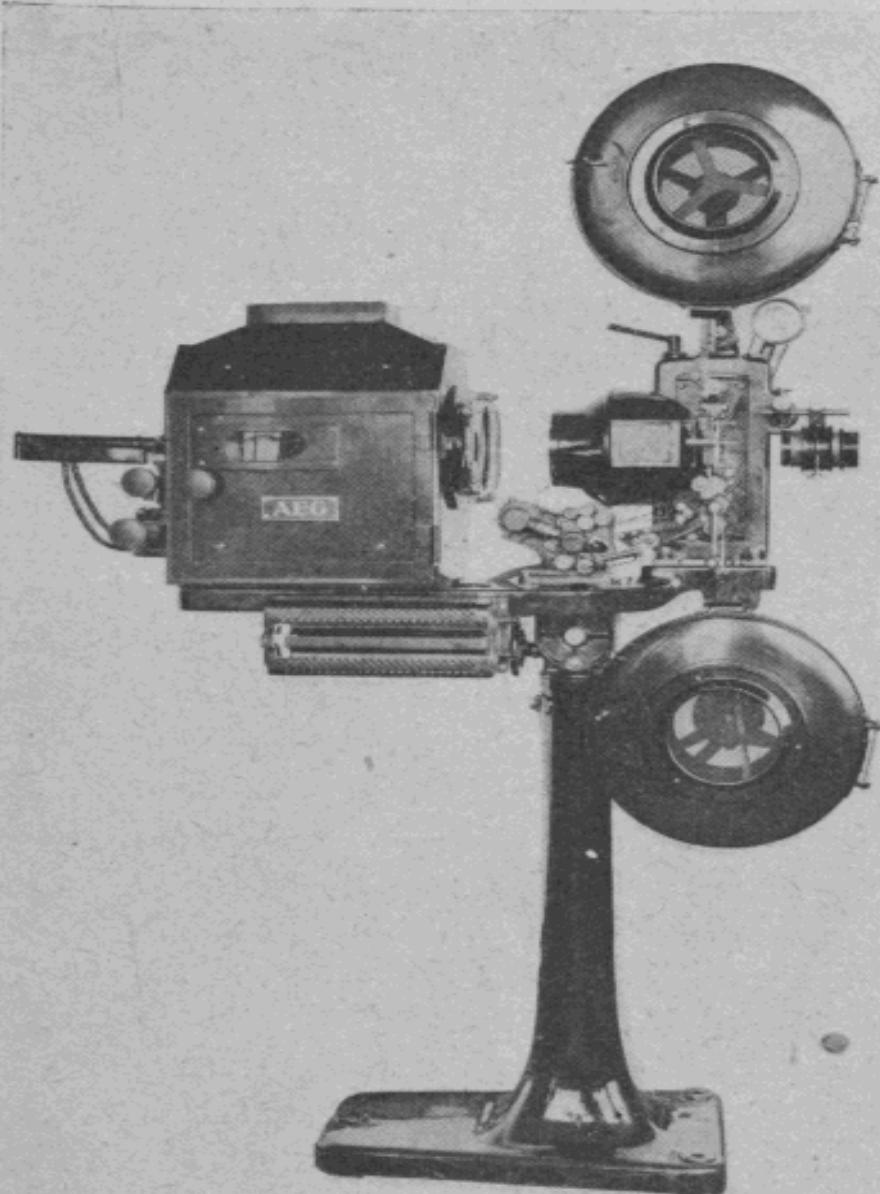


Fig. 123. — Appareil de projection et de reproduction sonore Tobis.

sur une *carte* placée entre la fenêtre sonore et la cellule photo-électrique, quand la lampe excitatrice est allumée vérifier la fenêtre sonore et la lentille



d'objectif du système optique pour enlever l'huile, la poussière ou l'émulsion provenant du film. Les enlever sans laisser aucune trace, au moyen d'un linge doux sec et non pelucheux;

6^o Les amplificateurs de puissance et de tension fonctionnent mal, s'assurer de l'état de leurs lampes;

7^o Haut-parleurs non branchés sur la scène. On doit entendre le haut-parleur moniteur dans la cabine;

8^o *Essais méthodiques pour situer l'élément défectueux.* Le moyen d'ordinaire le plus efficace est de déterminer dans quelle mesure l'appareillage fonctionne encore.

Si l'on n'obtient aucun son par le circuit de la cellule photo-électrique de l'un des projecteurs, on mettra en fonctionnement l'autre projecteur (à titre d'essai).

Si l'on obtient le son avec l'un et non l'autre, c'est l'indication que le défaut peut résider dans le circuit d'alimentation (de Fader) ou dans la tête sonore dont on n'obtient aucun son.

Si les projecteurs sont tous deux muets, il convient de vérifier l'amplificateur :

Si l'on dispose comme accessoire d'un phonographe non synchrone, on peut contrôler l'amplificateur en enfonçant la fiche d'entrée du phonographe dans le jack prévu à cet effet en écoutant si l'on obtient un son en grattant l'aiguille du phonographe.

Si l'on obtient le son du phonographe et non des projecteurs, c'est l'indication que les amplificateurs sont en bon ordre et que le défaut réside dans le relai du système sonore.

Si l'on n'obtient de son ni de l'un quelconque des projecteurs ni du phonographe non synchrone, c'est

l'indication que le défaut réside dans l'amplificateur ou dans ses circuits d'alimentation.

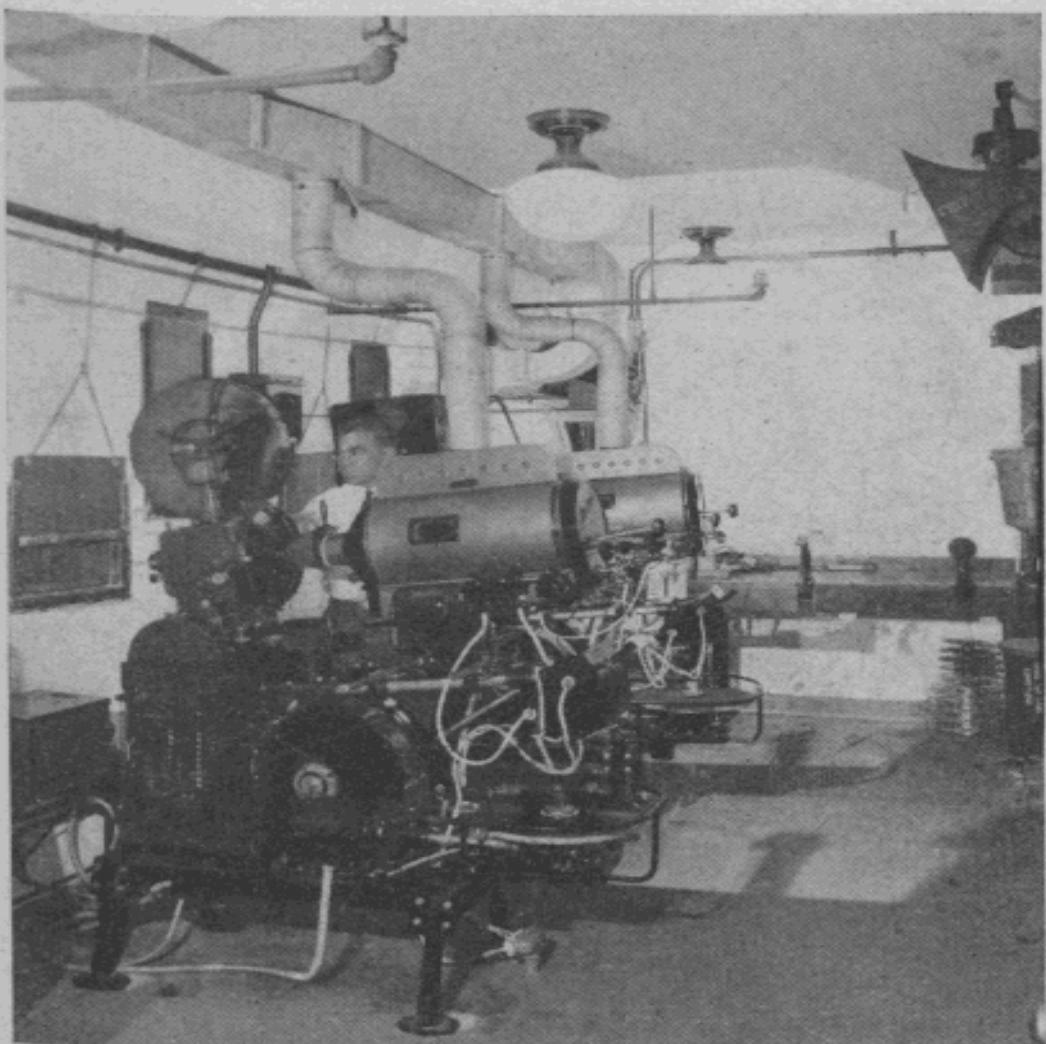


Fig. 124. — Vue intérieure d'une cabine de projection et de reproduction sonore américaine système « Western ».

Volume de son insuffisant sur film sonore.

- 1^o Le courant de chauffage des lampes excitatrices est-il correct ?
- 2^o Les lampes excitatrices sont-elles au point ?

Faire l'essai avec la carte. Mettre la lampe au foyer.

Il ne faut pas utiliser des lampes excitatrices trop *fortement noircies*, il faut les remplacer. Le noircissement de la surface intérieure du verre non seulement est nuisible en lui-même du fait qu'il diminue fortement la quantité de lumière disponible et diminue ainsi le volume du son, mais indique que la lampe arrive au terme de son existence;

3^o La cellule photo-électrique est défectueuse : volume insuffisant sur un projecteur; prendre une autre photo-cellule si le deuxième projecteur donne de meilleurs résultats;

4^o Système optique sale;

5^o Les lampes de l'amplificateur sont défectueuses. Regardez l'état des lampes.

Mauvaise qualité sur film sonore.

1^o Mauvaise inscription sonore sur le film;

2^o Couloir du lecteur sonore sale;

3^o Film sale;

4^o Une lampe est mauvaise dans le pré-amplificateur, la changer;

5^o Une ou plusieurs lampes de l'amplificateur ne sont pas éclairées ou sont défectueuses, changer ces lampes défectueuses;

6^o *Volumes inégaux aux projecteurs.*

Il convient de vérifier d'abord celui dont le volume est le plus faible.

Si l'on ne trouve pas de cause à la faiblesse du volume, on doit équilibrer les courants de sortie des

projecteurs en réglant les courants des lampes excitatrices. A cet effet, augmenter le courant de la

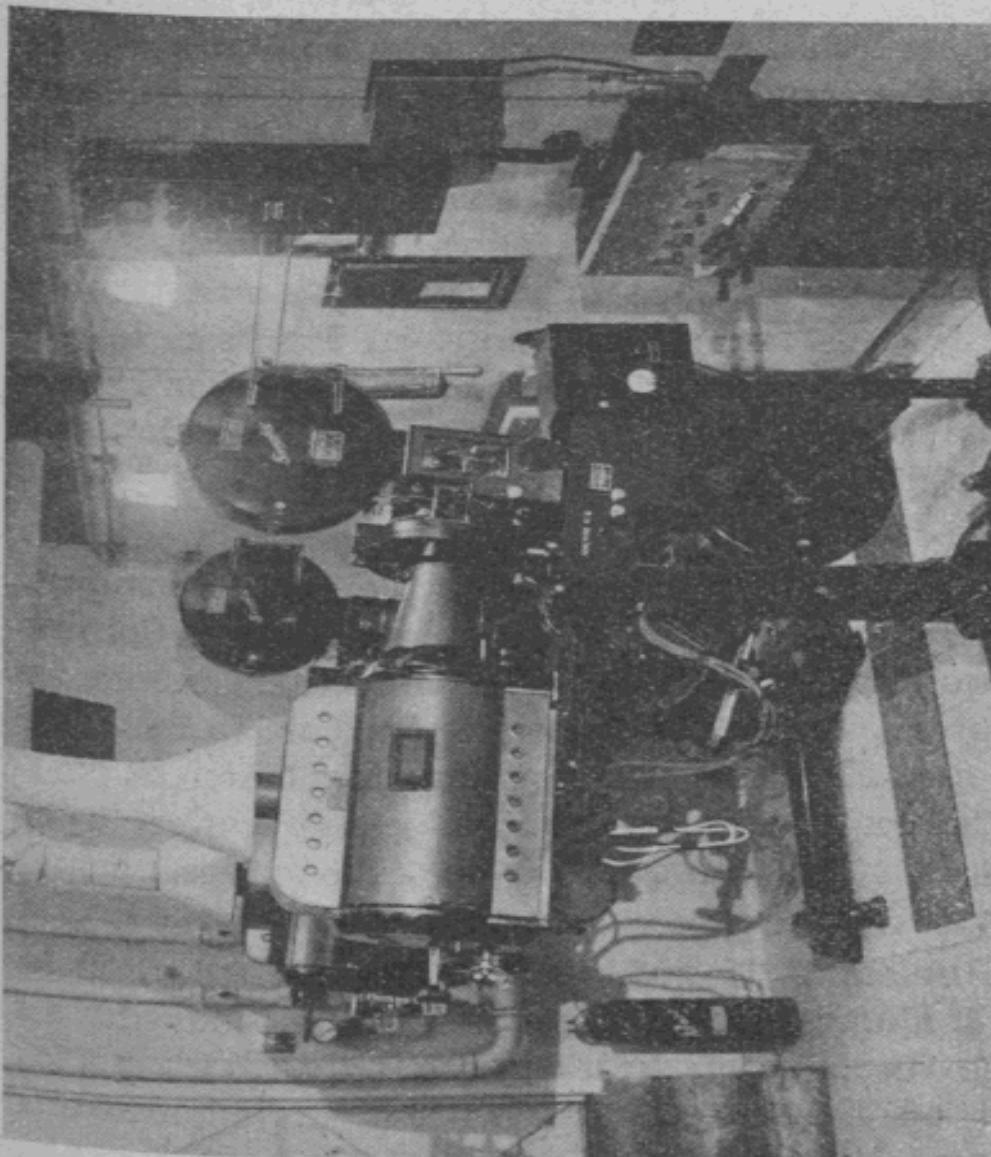


Fig. 125. — Vue d'ensemble d'une installation de deux appareils de reproduction sonore « Western ».

lampe excitatrice du projecteur donnant le volume le plus faible et diminuer celui de la lampe excitatrice de l'autre projecteur; puis, au besoin, agir dans le sens de l'augmentation sur le réglage du volume;

7^o Cellule photo-électrique défectueuse, la remplacer;

8^o *Bruits de moteur.*

Les causes suivantes peuvent donner naissance à du bruit ou des sons semblables à des bruits de moteur.

a) La malpropreté des contacts de la cellule photo-électrique cause des bruits analogues aux « bruits parasites » dans un récepteur radiophonique.

Pour déterminer si ce défaut existe ou non, remuer la cellule dans son support tout en écoutant le son rendu; s'il s'ensuit un bruit excessif, enlever la cellule et nettoyer les contacts avec du papier de verre à la condition d'essuyer soigneusement chacun avec un linge.

NOTA. — Cet essai ne doit pas s'effectuer pendant la représentation régulière, mais hors séance. Comme il se produit du bruit dans les conditions même les meilleures, il est bon que l'opérateur fasse cette expérience alors que l'appareillage fonctionne à puissance normale, afin qu'il puisse se familiariser avec le degré du bruit auquel on doit s'attendre normalement.

b) Rouleaux de guidage de films déréglos. Il se produit alors un bruit prononcé de moteur dû au passage du faisceau lumineux à travers les perforations ou à son interception par les séparations d'images.

Pour remédier à ce défaut, notamment dans les appareils R C A, desserrer l'écrou de blocage du pivot de rouleau guide-film que comportent la plupart des appareils et visser doucement l'axe fileté jusqu'à ce que le bruit cesse.

Si cette opération augmente le bruit, agir en sens

inverse. On obtient la précision de réglage maximum de la manière suivante : faire tourner l'axe dans un sens jusqu'à ce qu'il s'ensuive le bruit de moteur, le faire ensuite tourner en sens inverse jusqu'à obtenir le même résultat et compter le nombre de tours nécessaires pour porter les rouleaux d'une position extrême à l'autre. Enfin, faire tourner l'axe d'un nombre de tours égal à la moitié du nombre compté (appareils RCA).

On remarquera au cours de cette opération que le bruit de moteur est bien plus aigu à l'une des positions extrêmes qu'à l'autre; ceci est dû à ce que les perforations interrompent le faisceau lumineux avec une fréquence plus grande que les séparations d'images.

c) Mauvaise prise de terre des projecteurs et de l'amplificateur. Nettoyer et souder les fils;

d) Si le son alternativement s'évanouit et revient de nouveau à son volume normal, il faut vérifier les lampes. Cet évanouissement se produit à la suite de la rupture du filament dans une de ces lampes; mais la lampe étant devenue chaude, les filaments se ressoudent et le son revient. Ce phénomène peut se produire tout seul bien des fois avant que la lampe devienne complètement hors d'usage;

9^e *Ronflement.*

Il peut résulter de l'admission dans la tête sonore de lumière provenant d'une source de courant alternatif ou d'un signal clignotant. Maintenir les portes de la tête sonore et le capuchon de la cellule photoélectrique fermés.

**Rupture de film pendant la projection
sur film sonore.**

La projection et le son restent toujours synchronisés :

1^o Fermez le volet de lanterne;

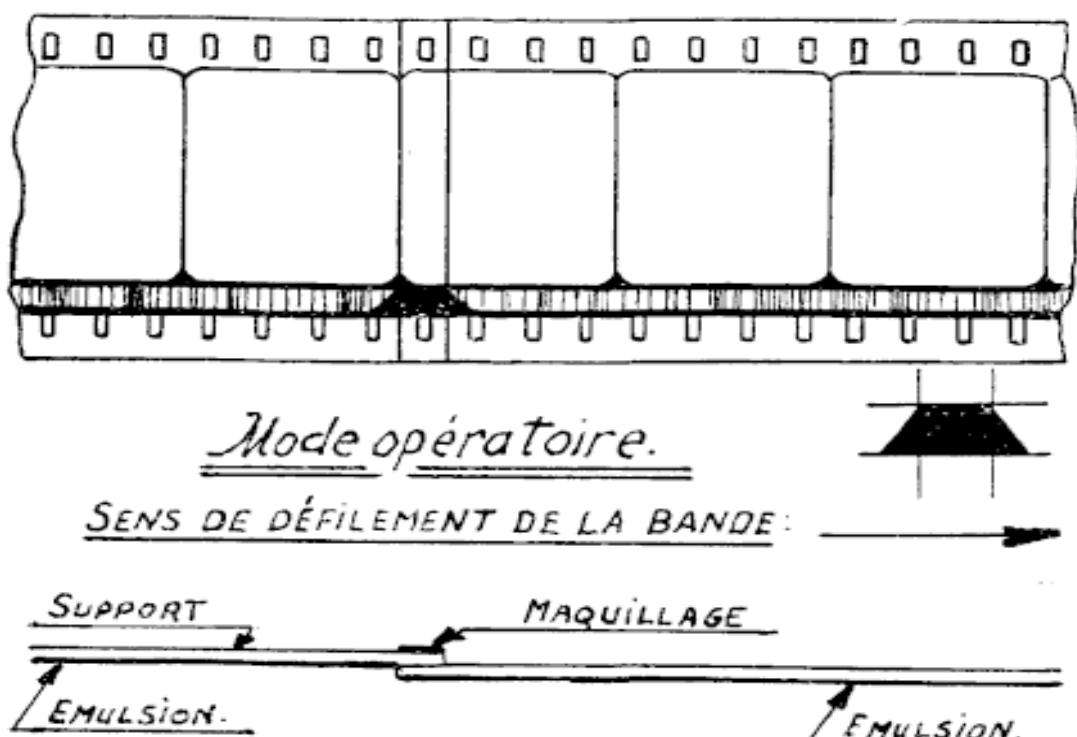


Fig. 126. — Réparation d'un film sonore à densité variable.

- 2^o Arrêtez le moteur du projecteur;
- 3^o Mettez l'inverseur de passage sur le côté correspondant à l'autre projecteur;
- 4^o Rechargez le projecteur;
- 5^o Démarrez le moteur du projecteur;
- 6^o Lorsque le moteur atteint sa vitesse normale,

ouvrez les volets de lanterne et placez en bonne position l'inverseur de passage.

Lorsque le film est collé, peindre une demi-lune sur le collage de l'inscription sonore si le film est à enregistrement à densité constante (fig. 127.) Peindre un trapèze isocèle sur l'inscription sonore (au collage)

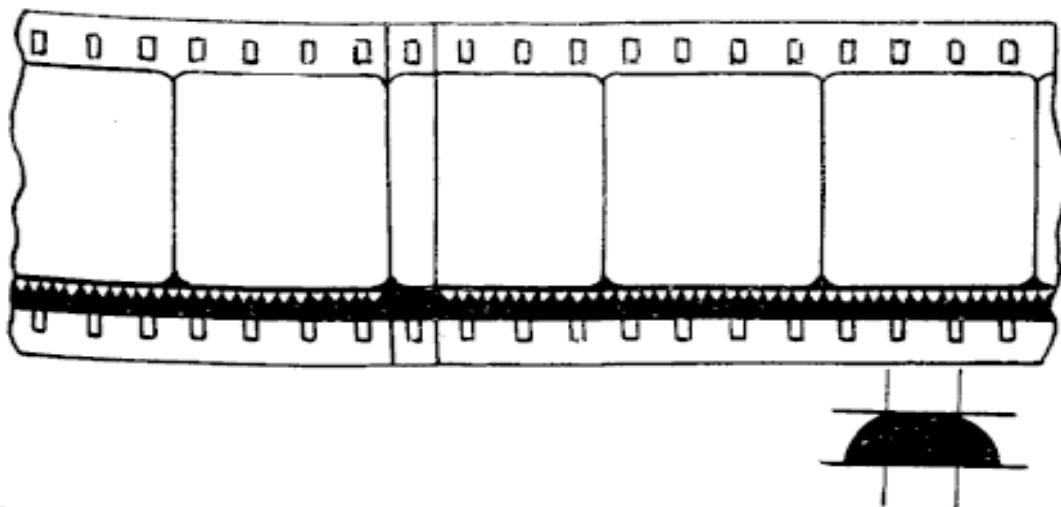


Fig. 127. — Réparation d'un film sonore à densité constante.

si le film possède un enregistrement à densité variable (voir fig. 126).

REMARQUE. — Si la rupture du film a lieu vers la fin de la projection, il est recommandable de passer à l'autre projecteur.

Arrêt du moteur de projecteur.

Il n'y a plus d'alimentation sur le moteur, vérifier l'interrupteur et les fusibles d'alimentation. Remplacer les fusibles s'ils ont été brûlés. S'assurer que le convertisseur (si l'on en fait usage) tourne bien. Vérifier les roulements du projecteur ou du méca-

nisme du bloc sonore, s'assurer qu'ils ne sont pas grippés par la chaleur.

Cas spécial d'un moteur à courant continu.

Examiner les contacts du démarreur et les nettoyer au besoin.

Passer rapidement d'une position à l'autre du démarreur.

Visiter le dispositif régulateur centrifuge de vitesse (s'il y en a un) et rechercher les contacts abîmés ou brûlés, ou une bague sale, ou un balai usé à fond.

La propreté du collecteur est très importante et évite beaucoup les crachements.

Recommandations générales.

1^o En aucune circonstance, il ne faut travailler sur l'amplificateur ou sur les moteurs des projecteurs lorsqu'ils sont sous tension;

2^o Ne pas faire le changement des lampes amplificatrices tant que l'amplificateur se trouve sous tension;

3^o Mettre à l'arrêt l'interrupteur général avant de changer les fusibles d'alimentation. Ainsi qu'il est d'habitude dans toutes les installations électriques, la ligne d'alimentation est protégée par des fusibles avant l'interrupteur et les cartouches fusibles sont, par conséquent, sous tension à moins que l'interrupteur principal ne soit à l'arrêt;

4^o Ne pas sortir les pièces de l'amplificateur;

5^o Ne pas laisser de poussière dans l'amplificateur;

6^o Veiller à l'état des lampes. Les vieilles lampes ont une émission électronique affaiblie et, par conséquent, donnent une puissance moindre;

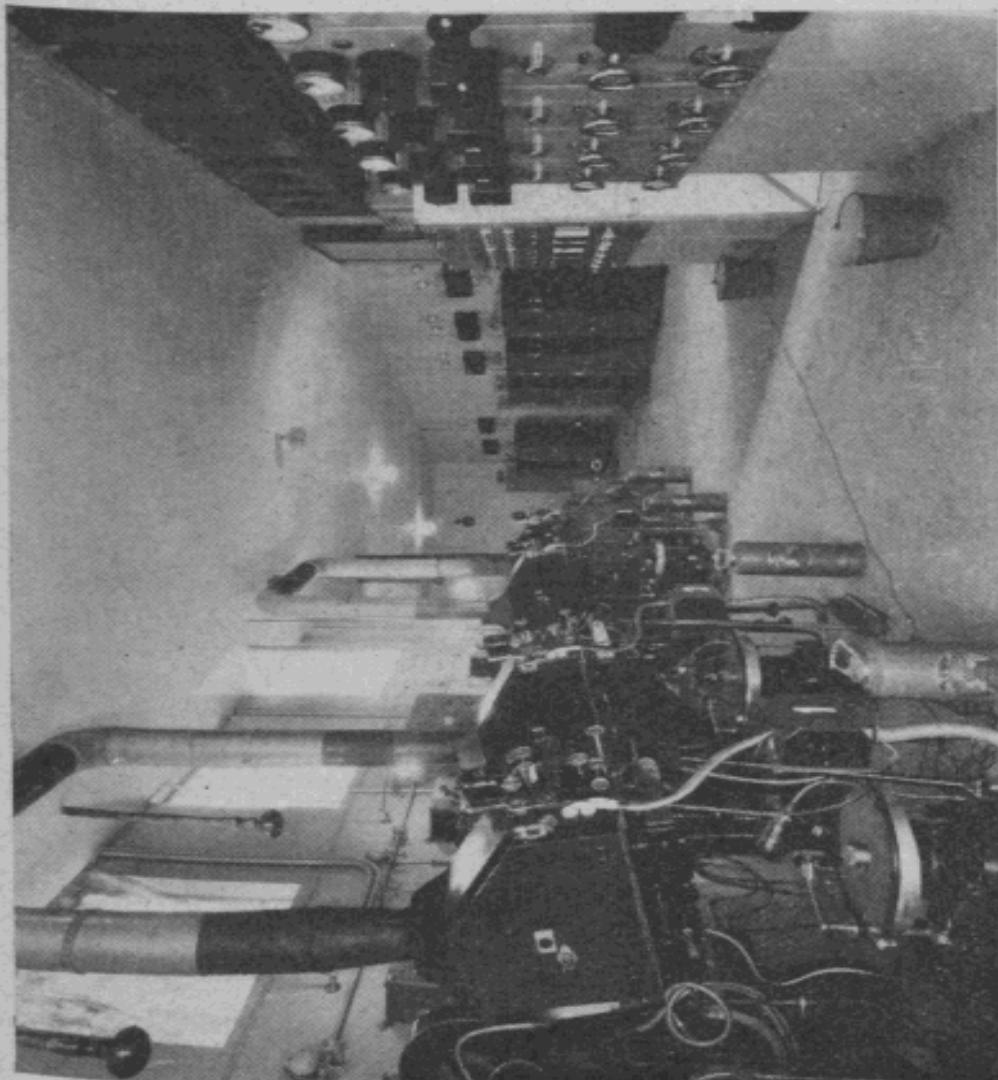


Fig. 128. — Vue intérieure de la cabine du Gaumont-Palace. A gauche 4 projecteurs sonores "Radio-Cinéma", au fond les amplificateurs, à droite les tableaux de commande et au-dessus les haut-parleurs de contrôle.

7^o Avoir toujours sous la main le jeu complet de lampes photo-électriques et lampes excitatrices en cas d'urgence;

8^o Ne pas essayer de se servir de cellules photo-

électriques, tubes, lampes excitatrices, autres que ceux indiqués par le constructeur;

9^o S'assurer que le cadre-presseur est en place. Un couloir de lecteur sonore ouvert donnera une reproduction de son inintelligible et il peut d'ailleurs en résulter des avaries au film;

10^o Maintenir le film propre, un film sonore sale donne une mauvaise reproduction;

11^o Maquiller les collages de film, de mauvais collages dans le film sonore donnent des claquements dans les haut-parleurs;

12^o Maintenir propre le couloir du lecteur sonore. Un dépôt d'émulsion ou de poussière sur la fente causera dans les haut-parleurs un son chevrotant sur les fréquences hautes.

Pour le nettoyage du patin fixe et du presseur, ne se servir de rien qui puisse plier ou rayer les ressorts presseurs, ou rayer le patin fixe;

13^o Maintenir le système optique propre. De la poussière ou de l'huile sur les lentilles du système optique donneront une reproduction sonore indistincte et floue;

14^o Ne pas laisser se déposer de la poussière sur la cellule photo-électrique ou sur la lentille située en avant. Lorsque ces surfaces sont sales, on a une diminution du volume sonore;

15^o S'assurer que la cellule photo-électrique a ses contacts bien assurés sur son support. Une cellule photo-électrique mal mise en place aura de mauvais contacts et il en résultera des bruits parasites. Il peut aussi en résulter une réduction du volume du son;

16^o Tenir bien fermées les portes de la chambre de la cellule photo-électrique pour empêcher l'entrée

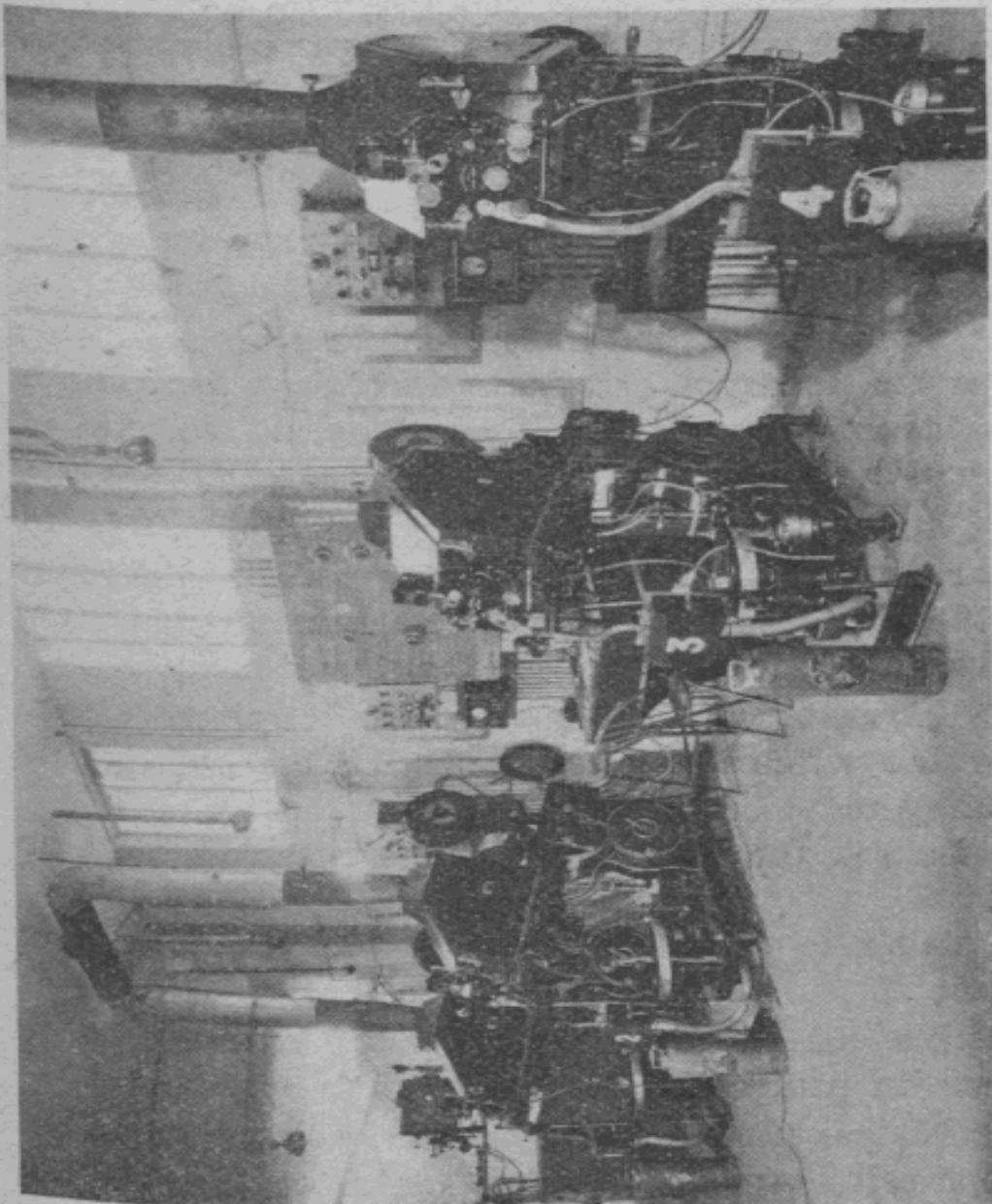


Fig. 129. — Vue intérieure de la cabine du Gaumont-Palace montrant les 4 appareils de reproduction sonore « Radio-Cinéma ».

de toute lumière parasite. Si la cellule est éclairée par une lumière alimentée sous courant alternatif,

sans précautions spéciales, cela causera un ronflement dans les haut-parleurs;

17^o S'assurer que la porte de la chambre des débiteurs est fermée pour empêcher l'entrée de la lumière, c'est pour la même raison que ci-dessus que l'on fait cette recommandation;

18^o Avoir toujours une lampe excitatrice de rechange prête;

19^o Surtout ne pas essayer d'apporter des modifications aux circuits électriques de l'équipement;

20^o S'assurer que les lampes excitatrices sont bien réglées verticalement. Un mauvais réglage des lampes excitatrices donnera une diminution de volume et une mauvaise reproduction sonore;

21^o Tenir la fenêtre du patin fixe du couloir du lecteur sonore propre et s'assurer qu'elle n'est pas envahie par l'huile, ce qui donnerait un son flou, chevrotant et faible dans les haut-parleurs;

22^o Le moment des changements d'appareils sera déterminé pendant les répétitions. La méthode idéale de changement est la suivante :

a) Laisser finir le son sur le projecteur à bout de film;

b) Saisir le départ du son sur le projecteur de reprise;

23^o Ne pas faire le changement avant que le moteur du projecteur n'ait atteint sa vitesse;

24^o Ne pas perdre de vue que le volume exact de son est celui que l'on devrait obtenir si l'action se passait véritablement sur la scène.

Centrage de la piste sonore. — Pour que le lecteur sonore soit bien dans l'axe de la piste sonore,

les Etablissements *Pathé-Natan* emploient le dispositif de réglage suivant, simple et facile à utiliser.

On passe dans l'appareil à régler un film spécial qui comporte sur les bords extrêmes de la piste sonore deux tracés : l'un A correspond à une fréquence de

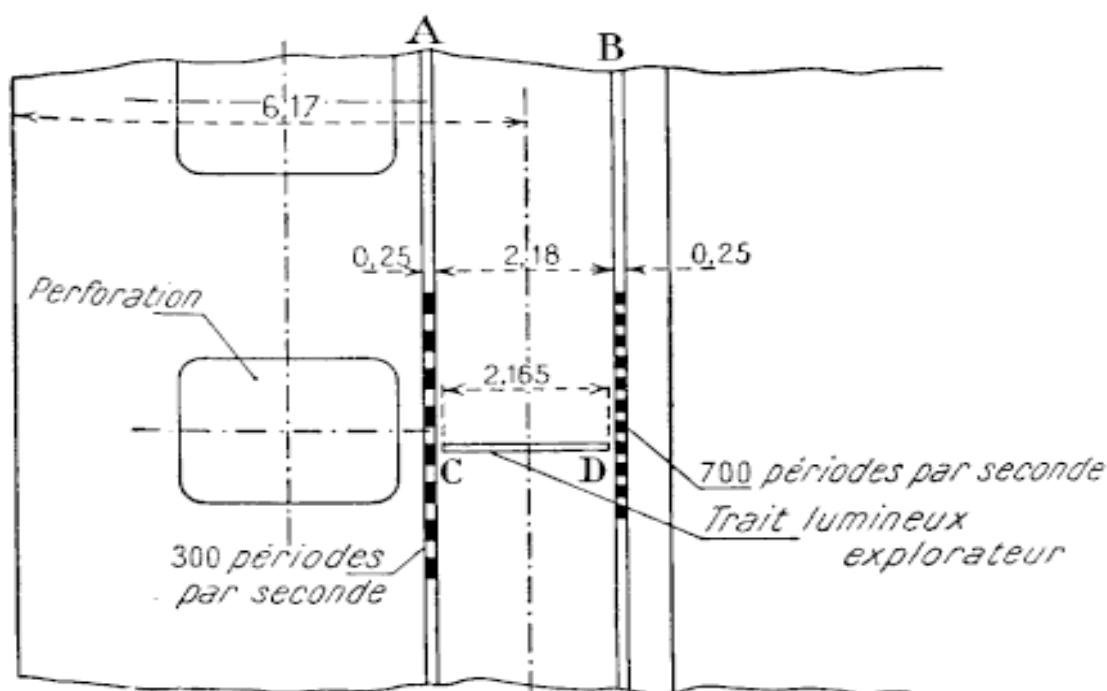


Fig. 130. — Pellicule spéciale permettant le réglage rapide du lecteur de son dans les appareils R. C. A.

300 périodes par seconde (lorsque le défilement se fait à la vitesse de 24 images par seconde), l'autre B correspond à la fréquence de 700 périodes par seconde. Ce tracé est fait de points noirs alternant avec des intervalles blancs. Il en résulte que si on passe un tel film dans un appareil bien réglé, on ne devra rien entendre dans les haut-parleurs, mais si le trait lumineux explorateur CD vient rencontrer soit la piste A, soit la piste B, on entendra dans le premier cas un son correspondant à la fréquence 300

et dans le deuxième un son correspondant à la fréquence 700. A cause de leur différence de fréquence, les deux sons seront très différents et l'on saura tout de suite de quel côté il faut agir pour centrer exactement le trait lumineux explorateur. Ce réglage qui s'obtient en quelques instants permet lorsqu'on passe ensuite les bandes normales d'avoir un appareil opérant dans les meilleures conditions.

Nous avons donné pages 124, 125, 128 et 129 des vues intérieures de cabines de projection et de reproduction sonore choisies parmi les plus modernes.

On remarquera spécialement la belle installation du *Gaumont-Palace* à Paris dont les appareils au nombre de quatre peuvent projeter successivement sur un écran de 20 mètres carrés des films normaux, c'est-à-dire partant d'images de 22 millimètres seulement de largeur.

D'autre part, le son est assez intense pour être entendu par les 6000 spectateurs que peut contenir la salle.

Si l'on songe que ce résultat est obtenu en utilisant une pellicule sur laquelle la piste sonore occupe à peine 2 millimètres de largeur et l'image 20 millimètres on peut dire que le résultat est ni plus ni moins merveilleux.

Préfecture de Police

Cabinet du Préfet

SÉS - DIRECTION ADMINISTRATIVE

2^e BUREAU

ORDONNANCE

CONCERNANT LES

**Théâtres, music-halls, concerts,
bals, cinémas et autres spectacles
et divertissements publics.**

Paris, le 1^{er} janvier 1927

TITRE PREMIER

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

CHAPITRE PREMIER

Règles générales et formalités préliminaires.

ARTICLE PREMIER. — Il est interdit de donner sans notre autorisation, à Paris, et dans le département de la Seine, des représentations dramatiques ou lyriques, concerts vocaux ou instrumentaux, séances de cinématographe, spectacles de curiosité ou d'attraction, exhibitions, bals et, en général, des spectacles, concerts et divertissements quelconques comportant l'admission du public.

Exception est faite pour les théâtres proprement dits visés par le Décret du 6 janvier 1864, dont l'exploitation doit faire l'objet d'une déclaration préalable tant au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts qu'à la Préfecture de Police.

La demande d'autorisation ou la déclaration devra être faite par le Directeur responsable et indiquer la nature des spectacles, concerts ou divertissements projetés.

ART. 2. — Toute personne qui voudra construire ou aménager un théâtre ou un établissement où seront donnés des spectacles, concerts ou divertissements comportant l'admission du public, devra adresser une demande à la Préfecture de Police.

A cette demande devront être joints des plans détaillés, des coupes et élévations à l'échelle de 0^m,02 pour 1 mètre.

Ces plans indiqueront, par étages et par espèces, le nombre des places et la largeur des dégagements mis à la disposition du public. Ils seront fournis en triple expédition et seront signés.

La Préfecture de Police notifiera aux intéressés l'acceptation ou le refus des plans ou, s'il y a lieu, indiquera les modifications à y apporter.

ART. 3. — Les travaux ne devront être commencés qu'après approbation des plans définitifs et aucune modification auxdits plans ne devra être apportée en cours de construction si elle ne Nous a été soumise et n'a été acceptée par Nous.

Des visites pourront être faites sur place par les Services techniques au cours des travaux.

ART. 4. — Avant toute autorisation d'ouverture d'un Etablissement au public, il sera procédé à une visite de réception par la Préfecture de Police qui s'assurera de la concordance des plans et de l'exécution et prescrira, s'il y a lieu, les modifications de détails reconnues nécessaires.

ART. 5. — Aucun changement ne pourra être apporté dans la construction ou l'aménagement d'un Etablissement existant sans que ces modifications aient été acceptées par Nous. Pour ces modifications, les propriétaires ou exploitants devront satisfaire aux formalités définies à l'article 2 ci-dessus.

CHAPITRE II

Classification des Établissements.

ART. 6. — Les Établissements sont classés d'après les dangers d'incendie qu'ils présentent et l'importance du public qu'ils peuvent recevoir, en trois catégories :

Sont de la première catégorie :

1^o Les Établissements ayant une scène à machinerie fixe avec dessous ou dessus, cintre et gril; 2^o tous les Établissements comportant une scène et pouvant recevoir plus de 1.500 personnes.

Lorsque plusieurs Établissements comportant une scène seront exploités dans un même bâtiment ou dans des bâtiments contigus, non séparés par des murs pleins ainsi qu'il est dit à l'article 12, si la totalité des spectateurs admis dans l'ensemble de ces Établissements dépasse 1.500, ils seront classés dans la première catégorie.

Sont de la deuxième catégorie :

Les Établissements recevant moins de 1.500 personnes

qui auront une scène sans machinerie fixe, sans dessus ni dessous, sans cintre ni gril.

Ces Établissements ne pourront avoir qu'une machinerie sommaire incombustible pour le déplacement des décors mobiles, ainsi qu'il est prévu à l'article 38.

Rentreront également dans cette catégorie tous les Établissements ne comportant pas de scène, mais qui pourraient faire usage de décors mobiles, de praticables ou de nombreux accessoires de scène, tels que les hippodromes, les cirques, les vélodromes, etc.

Sont de la troisième catégorie :

Les Établissements ne rentrant pas dans les deux catégories ci-dessus et pouvant comporter seulement une simple estrade fixe ou mobile.

L'inscription d'un Établissement dans une catégorie pourra être modifiée si, à l'usage, l'Établissement vient à comporter les conditions applicables à une autre catégorie.

TITRE II

CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL

CHAPITRE PREMIER

Mesure d'isolement.

ART. 7. — Tous les Établissements de la première catégorie et ceux des deuxième et troisième catégories pouvant contenir au moins 500 personnes devront avoir, à chaque étage, sur une ou plusieurs rues, une façade d'au moins 6 mètres de largeur correspondant à la salle ou à ses dépendances : foyer, bar, etc., en relation avec elle, et ayant une hauteur suffisante pour permettre l'accès des secours dans les parties occupées par le public. La largeur totale de cette ou ces façades sera augmentée à raison d'un mètre par 100 personnes en plus des 500 premières.

ART. 8. — Lorsque le nombre des spectateurs dépassera 1.500 sans être supérieur à 2.500, l'Établissement devra avoir une façade sur deux rues dont une d'au moins 15 mètres de largeur ou sur une seule rue de cette largeur et une autre face sur une cour d'isolement et de sauvetage accessible au matériel des Sapeurs-Pompiers.

ART. 9. — Lorsque le nombre des spectateurs dépassera 2.500, l'Établissement devra avoir une façade sur deux rues

d'au moins 15 mètres de largeur et, si l'Administration le juge nécessaire, avoir une autre face sur une cour d'isolement.

ART. 10. — Lorsque le nombre des spectateurs sera supérieur à 3.500 selon les dispositions du plan, il sera imposé une cour d'isolement sur la quatrième face.

ART. 11. — Les cours d'isolement prévues aux articles précédents devront avoir une largeur d'au moins 5 mètres et au moins égale à celle des sorties de l'Établissement sur ces cours d'isolement et être accessibles au matériel de sauvetage des pompiers; elles devront, en outre, être en communication directe et facile avec les voies publiques et être de niveau avec ces voies ou tout au moins être reliées avec elles par des pentes douces ne dépassant pas 10 centimètres par mètre.

ART. 12. — Dans les parties où les Établissements de la première catégorie joindront des constructions ou des propriétés occupées par des tiers, un mur d'isolement en maçonnerie d'au moins 0^m,45 d'épaisseur ou en béton armé présentant les mêmes garanties de protection sera établi. Ce mur sera plein, sans aucune ouverture sur les voisins.

ART. 13. — Dans le périmètre des Établissements de la première catégorie, il ne pourra être logé qu'un concierge, un gardien et le directeur de l'Établissement ou son représentant.

Il est interdit, sauf autorisation spéciale, d'établir dans ce périmètre aucune installation ou exploitation étrangère à l'Établissement.

CHAPITRE II

Scène.

§ 1^{er}. — Établissements de première catégorie.

ART. 14. — La scène sera limitée par des gros murs en maçonnerie ayant au moins 0^m,45 d'épaisseur ou en béton armé offrant les mêmes garanties d'isolement et de résistance.

Ces murs présenteront une surface plane, sans aucune partie en retrait de leur aplomb, sauf dans le cas où ils seraient construits en béton armé.

Les fenêtres percées dans les murs de la cage de scène devront toujours être plus élevées que les constructions voisines dans un rayon de 10 mètres.

ART. 15. — Le mur d'avant-scène devra exister dans toute la hauteur de la cage de scène dessous compris. Il devra s'élever d'au moins 1 mètre en contre-haut du comble de la

salle et sera terminé à sa partie supérieure, de manière à former un chemin de secours facilement accessible. Ce mur pourra se décrocher en partie dans le dessous de scène pour permettre de loger l'orchestre, mais à la condition que le plancher de scène couvrant le décrochement sera houtré plein et absolument incombustible.

ART. 16. — Aucune communication ne pourra exister entre la scène et la coupole de la salle.

ART. 17. — Il ne sera pratiqué dans les murs limitant la scène que les ouvertures strictement nécessaires pour assurer le service des représentations et les services de secours.

A la hauteur du plancher de scène, il devra toujours y avoir au moins deux issues de dégagement, une de chaque côté, d'une largeur suffisante pour permettre l'évacuation rapide du personnel.

Dans la partie haute de la scène, aucune communication ne pourra exister avec les escaliers et dégagements desservant les loges d'artistes et les bâtiments d'administration.

ART. 18. — Toutes ces baies seront fermées par des portes battantes construites en matériaux résistant au feu et établies de manière à s'opposer au passage de la fumée et des gaz.

Les portes situées au niveau du plancher de scène devront s'ouvrir en dehors de la scène ou en va-et-vient; celles des dessous de scène devront s'ouvrir en dehors de la scène. Toutes les autres portes s'ouvriront à l'intérieur de la scène.

Les portes de communication entre la scène et la salle ou ses dépendances seront maintenues fermées pendant les représentations; elles devront pouvoir s'ouvrir facilement de la scène.

ART. 19. — L'ouverture de scène sera fermée complètement par un rideau plein d'une seule pièce métallique ou d'une matière présentant une sûreté équivalente comme isolement et résistance à la pression de l'air. Ce rideau devra être d'une manœuvre sûre, facile, non bruyante, et d'une durée de fermeture de quarante secondes maximum. Les glissières seront en matériaux résistant parfaitement au feu et à ses effets de dilatation et devront permettre le glissement facile du rideau même en cas de forte pression due à l'appel d'air de la salle en cas de feu.

La manœuvre de descente de ce rideau devra pouvoir être effectuée de deux endroits différents, l'un à l'intérieur de la cage de scène à hauteur du plateau, et l'autre à l'extérieur dans un lieu toujours accessible. Elle devra se produire par un simple déclenchement et se continuer automatiquement. Pour le cas où, accidentellement, les appareils de

manœuvre ne fonctionneraient pas, la descente devra s'effectuer rapidement à la main. Les treuils de commande ne devront pas être munis de cliquets ou ceux-ci devront se relever automatiquement.

ART. 20. — Il sera établi dans le comble de la scène une baie fermée par une ou plusieurs trappes; la section de cette baie sera égale au vingtième de la surface de la scène.

La manœuvre d'ouverture de cette baie devra se faire de deux points différents situés : l'un sur la scène à proximité de la mise en œuvre du rideau métallique, l'autre à proximité de la deuxième manœuvre de ce rideau. Elle devra se faire par simple déclanchement et se continuer automatiquement.

En outre, une commande par fusible devra pouvoir se déclencher automatiquement dès que la température atteindra 80 degrés centigrades.

ART. 21. — La charpente du comble sera en matériaux incombustibles; la couverture sera en matériaux légers et facilement combustibles.

Un septième au moins de la surface de la couverture sera en verre mince.

Des dispositions spéciales seront prises pour qu'en cas d'incendie, le feu ne puisse se communiquer aux immeubles voisins.

Art. 22. — Les escaliers, les échelles, les ponts de service, l'ossature des grils, les divers planchers des dessus et des dessous, les supports de ces planchers, la machinerie et, en général, toutes les installations stables aménagées dans la cage de scène seront en matériaux incombustibles. Le parquet de la scène pourra être en bois ignifugé.

Les fils de suspension seront également en matériaux incombustibles; les fils de manœuvre pourront être recouverts de chanvre ou de toute autre matière maniable.

ART. 23. — Les décors, les praticables, les accessoires de scène, le rideau d'avant-scène et, en général, tous les objets et installations mobiles dans la cage de scène seront ininflammables.

Les directeurs d'Établissements devront donner, en temps utile, avis à la Préfecture de Police de la mise en service des décors et autres objets ci-dessus désignés pour qu'ils soient essayés au point de vue de l'ininflammabilité par un délégué du service technique.

Les essais seront renouvelés au moins une fois par an et ils seront constatés chaque fois par l'apposition d'un cachet portant le millésime de l'année.

Sont considérés comme ininflammables les matières qui brûlent sans émettre de flammes.

L'ininflammabilité ne sera pas obligatoire pour les meubles.

ART. 24. — La cage de scène ne pourra être encombrée de décors.

Les praticables, les accessoires et les meubles utilisés pour les représentations de la journée devront être enlevés au fur et à mesure et déposés dans des magasins situés en dehors de la scène et de la salle.

ART. 25. — Les accessoires très combustibles tels que paille, paniers, fagots, guirlandes, etc., seront enfermés dans une resserre spéciale, construite entièrement en matériaux incombustibles et maintenue fermée par une porte d'isolation à l'épreuve du feu.

ART. 26. — Les décors, les praticables, les accessoires de scène et les meubles non en service ne pourront être conservés dans l'enceinte de l'Établissement; ils devront être transportés dans des magasins éloignés, construits comme il est prescrit par l'Ordonnance du 27 mars 1906.

ART. 27. — Les contrepoids des installations de scène ne devront jamais être placés au-dessus des locaux accessibles aux artistes et au public, ni au-dessus des canalisations d'eau et d'éclairage.

ART. 28. — Il est interdit d'établir des loges dans la cage de scène.

Des emplacements clos nécessaires au service d'incendie devront être réservés à l'avant-scène du plancher de scène, en un endroit d'où ce service pourra exercer sa surveillance sans être gêné.

ART. 29. — Aucune loge d'artiste ou autre local annexe, sauf le magasin d'accessoires, ne pourra s'ouvrir directement dans la cage de scène.

ART. 30. — Les sapeurs-pompiers devront pouvoir accéder facilement sur la scène sans passer par les dégagements du public.

Un ou, s'il est jugé nécessaire, plusieurs escaliers devront être aménagés dans toute la hauteur de la cage de scène pour permettre aux sapeurs-pompiers d'y attaquer ou dominer le feu. Ils devront être entièrement construits en matériaux incombustibles et d'un accès facile. Ils seront complètement enrobés et pourvus aux différents paliers de portes de fer munies d'un système de fermeture automatique, empêchant tout appel d'air de les ouvrir.

ART. 31. — Il est interdit de fumer dans la cage de scène et ses dépendances.

§ 2. — **Établissements de deuxième catégorie.**

ART. 32. — La scène sera limitée par des murs d'épaisseur suffisante en matériaux incombustibles et son plancher sera également construit en matériaux incombustibles et hourdé plein.

ART. 33. — La scène pourra être surmontée d'étages, occupés ou non par des tiers; dans ce cas, des planchers en matériaux incombustibles isoleront la scène de ces locaux. Aucun tuyau de fumée provenant de locaux voisins ne devra exister dans la cage de scène.

ART. 34. — Une ou plusieurs trémies construites en matériaux incombustibles, d'épaisseur suffisante et de dimensions proportionnées à celles de la cage de scène, feront communiquer celle-ci avec l'air extérieur et devront monter à 1 mètre en contre-haut de la couverture du bâtiment. En dehors de ces trémies, aucune ouverture ne pourra être établie dans le plancher haut de la scène.

ART. 35. — Il n'y aura dans les murs limitant la scène que les baies strictement nécessaires à l'exploitation de l'Établissement; toutes ces baies seront fermées par des portes d'isolation en matériaux résistant au feu et à fermeture automatique.

ART. 36. — Toutes les installations stables aménagées dans la cage de scène seront en matériaux résistant au feu; seul, le parquet du plancher de scène pourra être en bois injecté d'une solution ignifuge.

ART. 37. — Les décors seront incombustibles ou en étoffes entièrement marouflées sur amiante (toile, carton ou papier fort).

Les cadres de décors et les praticables seront incombustibles ou rendus ininflammables.

Les accessoires de scène et en général tous les objets d'installation mobile dans la cage de scène seront absolument ininflammables ainsi que les tentures et le rideau d'avant-scène. Cette ininflammabilité ne sera pas obligatoire pour les meubles.

Les essais, vérifications et estampillages de l'inflammabilité et de l'incombustibilité seront faits comme il est dit à l'article 23.

ART. 38. — Pour la manœuvre des décors, il ne sera utilisé

que des pouliés métalliques dont les supports seront scellés dans le plafond de la scène sans intervalle pouvant permettre l'établissement de ponts de service, de cintres ou de grils.

ART. 39. Les articles 24, 25, 26, 28, 29, 30, § 1^{er}, et 31 ci-dessus, sont également applicables aux Établissements de deuxième catégorie.

Les mesures de sécurité prévues aux articles 19 et 20 ci-dessus ainsi qu'au Titre VI, chapitre 1^{er}, § 1^{er} ci-après, pourront être également, en totalité ou en partie, imposées à titre exceptionnel, aux Établissements de deuxième catégorie dans lesquels elles seraient jugées nécessaires en raison notamment de la nature du spectacle ou de l'importance de la mise en scène.

§ 3. — Établissements de troisième catégorie.

ART. 40. — Les Établissements de troisième catégorie ne devront pas avoir de scène.

Une simple estrade, fixe ou mobile, pourra être installée dans la salle. Cette estrade sera construite en matériaux incombustibles ou tout au moins en bois houtré plein et enduit en plâtre. Le parquet de l'estrade et les menuiseries pourront seuls être en bois apparent, le devant de l'estrade, du côté de la salle, sera clos par une cloison en matériaux incombustibles.

ART. 41. — Sur les estrades fixes, il ne pourra être établi qu'une décoration unique fixe et incombustible ou marouflée sur cloison incombustible.

Les accessoires devront être rendus ininflammables.

Les estrades mobiles ne devront recevoir aucune décoration.

CHAPITRE III

Salle.

§ 1^{er}. — Établissements de première catégorie.

ART. 42. — La salle et toutes ses dépendances : vestibules, escaliers, foyers, buvettes, dégagements, etc., et, en général, tous les locaux accessibles ou non au public seront construits en matériaux incombustibles.

ART. 43. — La calotte au-dessus de la salle, les planchers séparant les divers étages, les combles et les escaliers ainsi que leur couverture seront houtrés en maçonnerie.

ART. 44. — Les points d'appui isolés, les pièces de charpente apparentes, les poutres et les solives non enveloppées de maçonnerie seront entourés d'une enveloppe résistant au feu et mauvaise conductrice de la chaleur.

ART. 45. — Les menuiseries, les parquets et les dessus de marches pourront être en bois. Les parquets et les dessus de marches seront parfaitement adhérents par toute leur sous-face aux hourdis pleins des planchers et des escaliers.

Le dessus des marches des escaliers ne pourra être ciré ou en matériaux pouvant prendre le poli à l'usage.

ART. 46. — Des grillages métalliques à mailles suffisamment serrées seront établis sous les châssis vitrés éclairant la salle et ses dépendances accessibles au public, sauf si ces châssis sont vitrés en verre armé.

Les châssis de toit seront protégés au-dessus et au-dessous par un grillage métallique à moins que le vitrage ne soit également établi en verre armé.

ART. 47. — Les tentures, les toiles et les objets de décoration devront adhérer complètement aux surfaces qu'ils recouvriront.

Les velums, guirlandes ou autres objets légers de décoration sont interdits, à moins d'autorisation spéciale.

ART. 48. — Les portes et croisées pourront être garnies de portières et rideaux; les planchers pourront être recouverts de tapis.

Ces tentures et ces tapis seront en tissus ininflammables et ne devront pas gêner la circulation du public ou masquer les issues et dégagements.

ART. 49. — Il est interdit d'établir des ateliers ou des chambres à feu dans les locaux qui se trouvent au-dessus ou au-dessous de la salle et de ses dépendances à moins d'en assurer l'isolation par des planchers à l'épreuve du feu.

§ 2. — Établissements de deuxième et de troisième catégorie.

ART. 50. — Les salles de la deuxième et de la troisième catégorie devront être construites et aménagées comme celles de la première catégorie. Les planchers et les murs qui pourront séparer ces Établissements des locaux voisins seront en matériaux incombustibles et d'épaisseur suffisante pour assurer un parfait isolément.

Exception est faite pour la grosse construction des salles contenant moins de cinq cents personnes qui, si elle n'est pas en matériaux incombustibles, devra être hourdée plein et recouverte de plâtre sur une épaisseur suffisante.

ART. 51. — Aucune communication ne pourra exister entre la salle et les locaux des voisins. Toutefois, des sorties de secours pourront être autorisées ou exigées. Les intéressés devront, le cas échéant, justifier d'accords contractuels avec les voisins.

CHAPITRE IV

Bâtiments d'Administration.

(*Dispositions applicables à tous les Etablissements.*)

ART. 52. — Les bâtiments d'administration qui comprennent les loges d'artistes, les ateliers d'électricien, de tailleur, couturières, coiffeurs, etc., les salles pour répétitions, les bibliothèques, etc., etc., et les divers magasins nécessaires à l'exploitation de l'Établissement seront construits conformément aux prescriptions applicables aux salles de leur catégorie. Ils seront séparés de celles-ci et de leurs dépendances par des murs pleins en maçonnerie ou en béton armé ou des planchers à l'épreuve du feu.

ART. 53. — Il n'existera dans ces murs que les baies nécessaires à l'exploitation et aux secours. Ces baies seront fermées par des portes battantes en matériaux résistant au feu. Les magasins et ateliers seront éloignés des escaliers et des passages utilisés par le public et fermés par des portes semblables.

ART. 54. — Des escaliers et dégagements faciles seront aménagés pour les artistes qui devront toujours pouvoir utiliser deux dégagements différents et de proportions suffisantes.

ART. 55. — Les couloirs et dégagements des bâtiments d'administration, ceux des musiciens de l'orchestre qui devront être complètement isolés des dessous ne seront jamais encombrés par des accessoires, des costumes, etc.

Ils devront être maintenus libres pour la circulation.

ART. 56. — Dans les loges d'artistes, foyers, magasins, ateliers et dégagements, il est interdit d'établir aucune tente, portière, rideau, etc., combustible. Les murs et plafonds ne pourront être décorés que de peintures, papiers et tentures parfaitement adhérents aux maçonneries.

Il est interdit de fumer dans ces locaux.

ART. 57. — Les costumes en service devront être ignifugés dans le cas où ces costumes constituerait un danger spécial d'incendie, soit en raison de leur accumulation, soit en raison des matières particulièrement inflammables dont ils seraient constitués.

Les costumes non en service ne pourront être conservés dans les loges d'artistes. Ils devront être transportés et conservés dans des magasins spéciaux et, s'ils ne sont pas enfermés dans des meubles, ils devront être recouverts d'une toile ininflammable.

ART. 58. — Il est interdit d'accrocher ou de déposer des vêtements en dehors des vestiaires qui devront être mis à la disposition du personnel.

ART. 59. — Aucune fabrique ou magasin d'artifices, aucun dépôt de substances explosives quelconques ne pourra exister dans l'Établissement.

Les pièces nécessaires au jeu seront apportées au moment de la représentation et déposées dans un local approprié.

TITRE III

DÉGAGEMENTS DE LA SALLE

CHAPITRE PREMIER

Dispositions générales.

ART. 60. — Les salles recevant plus de 500 personnes ne pourront être établies au-dessous du niveau du sol extérieur sur plus de la moitié de leur hauteur intérieure.

Le niveau du rez-de-chaussée des salles des Établissements de la première catégorie, et celui des salles des Établissements de deuxième catégorie contenant plus de 800 personnes ne pourra jamais être à plus de six mètres en contre-haut du sol extérieur le plus bas.

Le niveau du rez-de-chaussée des salles des Établissements de deuxième catégorie contenant moins de 800 personnes et celui des salles des Établissements de troisième catégorie contenant plus de 800 personnes ne pourra jamais être à plus de huit mètres en contre-haut du sol extérieur le plus bas.

ART. 61. — Le nombre et la largeur des dégagements seront proportionnés au nombre de spectateurs admis dans la salle pour l'ensemble et aussi par catégorie de places. Cette règle s'appliquera non seulement aux issues sur l'extérieur, mais aux escaliers et dégagements à l'intérieur de l'Établissement.

Lorsque les places du plancher bas de la salle ne seront pas au niveau des sols extérieurs, la largeur des dégagements et des escaliers les desservant sera proportionnelle à la différence de niveau qu'il est indiqué à l'article 78.

ART. 62. — Pour définir le nombre des spectateurs, admis à chacune des catégories de places, on ajoutera, au nombre de spectateurs assis, le nombre de spectateurs debout pouvant stationner dans les promenoirs à raison de trois personnes par mètre carré de surface de promenoir.

Seront considérés comme promenoirs tous les espaces où le public pourra stationner pour voir la représentation ou les attractions.

Dans les rangs de banquettes, lorsque les places des spectateurs assis ne seront pas séparées ou déterminées par un numéro, le nombre de spectateurs sera évalué à raison d'une personne par 0^m45 de largeur de banquette.

ART. 63. — Les escaliers et dégagements généraux devront être disposés de manière que les courants de public se dirigeant vers les vestibules et les sorties ne puissent se heurter.

ART. 64. — Des vestiaires pourront être aménagés dans la salle et ses dépendances et en dehors des chemins de circulation et des escaliers. Ces vestiaires seront disposés de manière que le public stationnant aux abords ne gêne pas la circulation dans les couloirs et dégagements. En aucun cas, les vêtements ne pourront être déposés ou accrochés dans les couloirs et dégagements.

ART. 65. — Il est interdit de déposer et laisser séjourner dans les escaliers, les dégagements et aux abords des sorties, des objets quelconques pouvant gêner la circulation ou diminuer la largeur de ces escaliers, dégagements et sorties, même si cette largeur était supérieure aux largeurs obligatoires qui seront définies plus loin. Les bureaux de contrôle ou de distribution des billets ne devront jamais obstruer les sorties, ni en diminuer la largeur réglementaire.

ART. 66. — Des strapontins pourront être établis dans les dégagements de circulation générale pour le personnel de l'Établissement.

Ces strapontins devront se relever automatiquement et être installés de telle sorte qu'ils ne réduisent pas la largeur obligatoire des dégagements, ne gênent pas la circulation du public et ne forment dans les passages aucune saillie lorsqu'ils seront relevés.

ART. 67. — Il est interdit de ménager des marches dans les passages de circulation générale de la salle; les différences de niveau devront être réunies par des plans inclinés dont la pente ne dépassera pas 10 centimètres par mètre.

ART. 68. — Les portes fermant à coulisse, les portes tournantes et tambours tournants, les tapis et chemins roulants et les escaliers mobiles sont interdits.

Les ascenseurs et les monte-charges ne pourront motiver une diminution dans le nombre ou les dimensions obligatoires des escaliers et dégagements tels qu'ils seront définis plus loin; ils devront être établis dans des trémies complètement fermées, closes par des cloisons incombustibles et munis de portes résistant au feu. Les vitrages en verre armé seront seuls autorisés.

Ils ne pourront être actionnés que par le personnel de l'Établissement.

ART. 69. — Des inscriptions bien visibles indiqueront au public la direction des chemins vers les escaliers et les sorties. Il est interdit de disposer des glaces qui pourraient tromper le public sur la direction des sorties et des escaliers.

Les baies sans issue pour le public devront être signalées comme telles par une inscription et fermées par des portes ouvrant dans le sens opposé à la direction de la sortie du public.

CHAPITRE II

Sorties.

ART. 70. — Les sorties seront judicieusement réparties dans l'Établissement dans le but d'assurer l'évacuation rapide du public et du personnel.

ART. 71. — La salle, la scène et ses dépendances et les locaux d'Administration devront avoir sur l'extérieur des sorties indépendantes.

ART. 72. — La largeur de chacune des portes de sortie ne sera jamais inférieure à 1^m40, la largeur totale des issues normales sera proportionnelle au nombre des spectateurs conformément aux dispositions des articles 77 et 78.

ART. 73. — Toutes les portes de sortie intérieures ou extérieures devront s'ouvrir dans le sens de la sortie. Ces portes seront disposées de manière à ne former aucune saillie dans les couloirs, passages et escaliers de dégagement.

ART. 74. — La largeur exigible des issues sur l'extérieur prévue à l'article 77 ne s'appliquera qu'aux baies destinées exclusivement à la sortie du public. La largeur des sorties qui pourraient exister au travers des cafés, buvettes et autres locaux annexes des Établissements ainsi que la largeur des sorties de secours qui pourraient être établies sur le voisinage ne seront pas comptées dans le total de la largeur minimum exigible pour la sortie du public.

ART. 75. — Les portes des loges de salle devront, en principe, s'ouvrir en va-et-vient.

ART. 76. — Les portes donnant sur l'extérieur, à l'exception de celles qui seront maintenues constamment ouvertes, celles fermant les passages intérieurs, les couloirs, escaliers, vestibules, etc., devront, en principe, être vitrées à la partie supérieure pour permettre au public de se diriger vers la clarté extérieure. Elles devront porter l'indication « SORTIE » en lettres très distinctes et éclairées par des lampes faisant partie de l'éclairage de sécurité.

CHAPITRE III

Couloirs et dégagements généraux.

ART. 77. — La largeur des portes de sortie, de tous les dégagements généraux, chemins, passages, couloirs, escaliers, etc., sera proportionnelle au nombre des spectateurs devant utiliser ces dégagements et sera calculée sur la base minimum de 0^m,80 pour 100 personnes.

ART. 78. — Lorsque le plancher bas de la salle sera à plus de 2 mètres au-dessous du niveau du sol extérieur de sortie, la largeur des dégagements et escaliers faisant communiquer ce plancher bas de salle avec les vestibules et avec l'extérieur sera calculée à raison de 0^m,90 pour 100 personnes devant utiliser ces dégagements. Cette base sera augmentée de 0^m,10 par mètre ou fraction de mètre d'accroissement de différence de niveau.

Lorsque le plancher bas de la salle sera à plus de 2 mètres au-dessus du niveau du sol extérieur, les mêmes règles seront applicables, mais seulement dans les salles pouvant recevoir au moins 500 personnes.

ART. 79. — Lorsque les places du plancher bas de la salle seront en contrebas des sols extérieurs, leurs dégagements ou couloirs ainsi que leurs escaliers devront avoir des débouchés sur le vestibule ou l'extérieur, distincts et séparés de ceux qui desservent les étages supérieurs; en particulier, les escaliers ne devront pas être la continuation des escaliers desservant les étages au-dessus des sols extérieurs.

CHAPITRE IV

Dispositions spéciales aux escaliers.

ART. 80. — Les emplacements des escaliers devront être choisis de manière à desservir facilement toutes les parties des

Établissements et à diriger rapidement le public vers les vesti-
bules et sorties.

ART. 81. — Lorsque plus de 100 personnes et moins de 500 pourront être réunies dans un ou plusieurs étages au-dessus du rez-de-chaussée des Établissements, il sera toujours établi deux escaliers au moins; il sera établi un escalier en plus pour chaque groupe de 250 personnes ou fraction de 250 personnes en plus des 500 premières.

Ce nombre sera calculé à part pour chacun des étages, de sorte que le nombre des escaliers augmente en proportion avec le nombre des spectateurs appelés à en faire usage à la sortie.

ART. 82. — Les escaliers de dégagement des étages seront, en principe, indépendants les uns des autres et conduiront directement de chaque étage au niveau du sol extérieur.

ART. 83. — Les escaliers destinés à la circulation du public seront droits sans quartiers tournants. Ils seront munis de mains courantes des deux côtés.

ART. 84. — La largeur d'un escalier ne sera jamais inférieure à 1^m,40 et ne pourra jamais être rétrécie en un point quelconque du parcours.

ART. 85. — Des paliers seront établis de manière à limiter de 20 à 25 marches au plus les volées d'escalier. En principe, ces volées devront se contrarier comme direction et les marches ne pourront avoir plus de 0^m,17 de hauteur et moins de 0^m,28 de largeur d'emmarchement. Les paliers auront une largeur égale à celle des escaliers; leur longueur ne sera pas inférieure à 1^m,40.

ART. 86. — Si les salles sont limitées par des couloirs ou des chemins de circulation, les escaliers et leurs paliers seront situés en dehors des couloirs ou chemins.

ART. 87. — Les portes qui pourront fermer les escaliers sur les vestibules, couloirs et dégagements, etc., ne devront jamais former de saillie dans les escaliers, ni en rétrécir la largeur. Elles devront ouvrir en va-et-vient. Un palier de 1 mètre au moins les précédera du côté des escaliers.

CHAPITRE V

Dégagements intérieurs de la salle.

ART. 88. — Les places de stalles ou banquettes aux divers étages (amphithéâtre, balcon, fauteuils d'orchestre, etc.) seront

desservies par des chemins de circulation perpendiculaires ou parallèles aux rangs des sièges. Ils seront établis de manière que chaque spectateur pour atteindre un passage ne soit pas obligé de passer devant un nombre de sièges supérieur à sept.

ART. 89. — Toutes les places sur le parquet du rez-de-chaussée ou plancher bas de la salle et celles des balcons, galeries, amphithéâtre, dans les étages au-dessus, seront desservies par des chemins d'au moins 1 mètre de largeur. Cette largeur ira en augmentant vers la sortie, proportionnellement au nombre de places desservies et à raison de 0^m,80 par 100 personnes. Le nombre de ces chemins ou passages devra être suffisant pour assurer une prompte évacuation des spectateurs.

ART. 90. — Le nombre et la largeur des portes de sortie des places du rez-de-chaussée, des balcons, galeries et amphithéâtre seront toujours proportionnés au nombre des spectateurs admis à ces étages. La largeur de ces portes ne sera jamais inférieure à 1^m,40.

ART. 91. — Les rangs de fauteuils, stalles, banquettes, etc., seront espacés de manière à ménager un passage libre de 0^m,45 entre les rangs de sièges; ce passage sera mesuré entre les parties les plus saillantes des sièges et des dossier des sièges leur faisant face. Ces sièges seront solidement fixés sur le sol.

ART. 92. — L'installation de tabourets ou autres sièges mobiles est absolument interdite dans les passages de circulation intérieure.

Des strapontins pourront être établis dans ces passages à la condition qu'ils se relèvent automatiquement et seront installés conformément aux prescriptions de l'article 65 ci-dessus.

ART. 93. — Les dossier des strapontins, les boîtes à lorgnettes ou à bonbons, les tablettes pour consommations ou autres installations du même genre ne seront tolérés qu'à la condition de ne pas diminuer le passage de 0^m,45 qui doit exister entre les rangs de sièges et de ne pas gêner la circulation.

ART. 94. — Aucune barre ou obstacle quelconque ne pourra être placé dans les rangs de stalles ni dans les passages de circulation desservant ces rangs. Aux places supérieures, les balcons et leurs garde-fous seront disposés de manière à éviter la chute des spectateurs.

ART. 95. — En outre des sorties qui leur sont réservées, de moyens de communication seront établis pour les musiciens entre l'orchestre et la salle.

CHAPITRE VI

Dégagements de secours.

ART. 96. — En plus des issues régulières de la scène, des bâtiments d'administration, de la salle et de ses dépendances, il sera, s'il est jugé nécessaire, établi des baies de secours, des escaliers, des échelles, des balcons et chemins de secours pour le public, les artistes et le personnel. Les emplacements et les dispositions de ces issues de secours seront déterminés après avis des Services techniques.

Les fenêtres ne pourront être grillées sans autorisation spéciale.

TITRE IV

CHAUFFAGE — VENTILATION — HYGIÈNE

ART. 97. — Les Établissements pouvant recevoir plus de 250 personnes ne pourront être chauffés au moyen des calorifères à air passant sur des surfaces chauffées directement par le feu.

Les appareils de chauffage par l'eau ou la vapeur seront établis de manière que la pression dans les conduits ne soit pas supérieure à 2 kilogrammes par centimètre carré.

Les appareils de chauffage par l'électricité ou par combustibles autres que les charbons ne pourront être installés qu'après avis des Services techniques.

ART. 98. — Il est interdit de placer dans les Établissements pouvant recevoir plus de 250 personnes, et dans leurs dépendances, des cheminées, des poèles, des appareils fixes ou mobiles de chauffage au feu.

Des autorisations spéciales régleront les conditions d'installation et d'usage des appareils de chauffage dans les Établissements contenant moins de 250 personnes.

ART. 99. — Les foyers des appareils de chauffage seront placés dans des locaux entièrement construits en matériaux incombustibles. Ces locaux seront largement ventilés sur l'extérieur et seront sans communication directe avec la scène, la salle et ses dépendances.

Les approvisionnements de combustibles seront conservés dans des locaux semblables aux précédents et maintenus suffisamment éloignés des foyers.

ART. 100. — Les conduits de fumée ne pourront traverser la cage de scène. Les foyers, leurs conduits de fumée, les conduits de fumée, les conduits et bouches de chaleur seront pour le surplus installés conformément aux dispositions de l'Ordonnance de Police du 27 mars 1906 complétée par celle du 19 juillet 1917.

En principe, les bouches de chaleur à cadre horizontal sont interdites.

ART. 101. — Les Directeurs de théâtres, concerts, cirques et établissements similaires devront veiller dans leurs établissements respectifs à la stricte application du règlement sanitaire de la Ville de Paris du 22 juin 1904.

ART. 102. — Le sol des diverses parties de l'Établissement sera nettoyé avant chaque représentation ou, tout au moins, une fois par jour. Ce nettoyage sera fait, soit par un lavage, soit à l'aide de linge humide ou, si les conditions de l'exploitation ou la nature du revêtement du sol s'opposent au procédé humide, par le vide ou autre procédé analogue de succion ne permettant pas la dispersion des poussières.

Les murs et plafonds ainsi que les sièges seront l'objet de fréquents nettoyages par les mêmes procédés que le sol.

Le balayage et le nettoyage à sec par brosses sont interdits.

ART. 103. — Un système de ventilation rationnel et efficace, mécanique, naturel ou mixte et agréé par Nous, devra être installé dans toutes les parties de l'Établissement ouvertes au public ou occupées par le personnel et les artistes.

L'aération sera suffisante pour empêcher une élévation exagérée de la température. Pendant les interruptions de spectacle, l'air des locaux devra être renouvelé.

ART. 104. — Dans tous les Établissements, des cabinets d'aisances et des urinoirs devront être établis en nombre suffisant. Ces cabinets et urinoirs devront être distribués de façon telle que le public, les artistes et le personnel puissent aisément en faire usage.

Ils devront être entretenus en état constant de propreté, être éclairés, ventilés et aménagés de manière à ne dégager aucune odeur.

ART. 105. — Les effets, perruques, etc., portés par les artistes, danseurs, danseuses, figurants, figurantes, choristes, etc., devront être désinfectés au moins à chaque changement de titulaire.

ART. 106. — Les loges d'artistes devront être parfaitement ventilées et avoir un cube proportionné au nombre de personnes appelées à en faire usage.

Les cubes effectifs d'air de ces loges devront être au minimum les suivants :

Pour une personne seule, 9 mètres cubes et 4 mètres cubes en plus par personne.

Ces calculs s'entendent avec une hauteur minimum de 2^m,60 sous plafond; si la hauteur dépassait 2^m,60 les calculs seraient faits comme si cette dernière hauteur était celle des loges.

ART. 107. — Les Directeurs d'Établissements devront se conformer en ce qui concerne le personnel employé par eux aux lois et décrets concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs.

TITRE V

ÉCLAIRAGE ET PROJECTION

CHAPITRE PREMIER

Dispositions générales.

ART. 108. — L'éclairage électrique est obligatoire pour tous les Établissements. Toutefois, à titre exceptionnel et par dérogation spéciale, l'autorisation de s'éclairer au gaz pourra être accordée aux Établissements situés dans les localités dépourvues de distribution publique d'électricité.

ART. 109. — L'emploi des huiles minérales, de l'essence, de l'alcool, de l'acétylène et des hydrocarbures est formellement interdit dans tous les établissements.

ART. 110. — Les appareils d'éclairage et de chauffage portatifs à flamme nue sont interdits dans les loges et foyers d'artistes, sur la scène et dans ses dépendances.

Des réchauds et chauffe-fers alimentés à l'électricité pourront seuls être admis sur autorisation spéciale.

ART. 111. — Les Établissements de deuxième et troisième catégories ne pourront faire usage d'appareils d'éclairage mobiles qu'autant que ces appareils appartiendront à des types agréés par la Préfecture de Police.

ART. 112. — Les installations de lumière et de force devront être tenues en bon état d'entretien.

ART. 113. — Pour l'usage de l'énergie électrique comme aussi pour l'emploi du gaz, les Directeurs d'Établissements devront satisfaire à tous les règlements imposés par la Préfecture de la Seine ainsi qu'au Règlement annexé à la présente Ordonnance.

CHAPITRE II

Éclairage électrique.

ART. 114. — Tout Directeur devant installer des appareils de force motrice d'éclairage ou de projection dans son Établissement, est tenu d'en demander l'autorisation et d'adresser en triple exemplaire, à la Préfecture de Police (Bureau des Théâtres), au moins un mois avant d'engager ou de commencer des travaux :

1^o Une note indiquant si le courant sera fourni par un concessionnaire ou par des machines installées dans l'Établissement;

2^o La description de l'installation projetée et l'indication de la catégorie pour laquelle elle est demandée;

3^o Le plan détaillé des bâtiments avec l'emplacement des diverses parties de l'installation;

4^o Le schéma général de l'installation indiquant l'emplacement des canalisations secondaires;

5^o Les conditions particulières auxquelles est subordonnée la fourniture éventuelle de l'énergie électrique.

ART. 115. — Après réception de l'installation, aucune modification ne pourra lui être apportée sans autorisation.

ART. 116. — Si l'énergie électrique est produite dans l'établissement même, les générateurs de vapeur ou de gaz, moteurs, machines, etc., ne pourront être installés que dans des locaux acceptés par l'Administration.

ART. 117. — La mise en service d'une installation électrique nouvelle ou modifiée ne pourra avoir lieu qu'après sa vérification, en présence et sous le contrôle de l'Administration. Cette vérification sera faite, en outre, une fois par an dans les Établissements de première et de deuxième catégorie, et chaque fois qu'elle sera jugée utile pour ces mêmes Établissements et pour ceux de troisième catégorie.

ART. 118. — L'état d'isolation devra être mesuré mensuellement et après chaque modification, même provisoire, apportée à l'installation ou après tout incident pouvant modifier son état.

Les constatations seront mentionnées sur un registre et constresignées par le Directeur de l'Établissement; ce registre sera tenu à la disposition des Services de la Préfecture de Police, qui pourront en prendre connaissance chaque fois qu'ils le jugeront utile.

ART. 119. — Pendant les représentations, un électricien connaissant parfaitement l'installation se tiendra en permanence au tableau de distribution de la scène.

ART. 120. — Toute innovation physique, électrique ou autre intéressant la sécurité du public devra être soumise à une autorisation spéciale avant sa mise en service.

CHAPITRE III

Éclairage de sécurité.

ART. 121. — Des lampes dites de sécurité, alimentées par une source différente de celle de l'éclairage principal, allumées depuis l'entrée du public jusqu'à sa sortie, seront placées en nombre suffisant dans toutes les parties des Établissements visés par la présente Ordonnance, pour permettre l'évacuation du public en cas d'extinction de l'éclairage normal.

Des lampes seront notamment installées à chaque direction ou porte de sortie ainsi que dans les escaliers.

ART. 122. — L'éclairage de sécurité sera électrique dans les Établissements de première et de deuxième catégorie. Dans les Établissements de troisième catégorie, l'acceptation d'un éclairage de sécurité non électrique, par exemple celui réalisé à l'aide d'huile végétale, sera toujours subordonnée à une autorisation spéciale.

Les lampes de sécurité, quelles qu'elles soient, devront toujours avoir chacune une intensité au moins égale à 10 bougies.

ART. 123. — Les lampes de sécurité ne pourront être teintées qu'en bleu et elles porteront un signe permettant de les distinguer des autres lampes. Aux portes, elles pourront être placées sous un transparent portant le mot « Sortie », visible de tous les points de la salle mise dans l'obscurité.

ART. 124. — Dans le cas où l'alimentation de l'éclairage de sécurité serait uniquement constituée par une seule batterie d'accumulateurs, ceux-ci devront avoir la capacité et un débit suffisants pour alimenter les lampes de sécurité pendant la durée de deux représentations au moins.

ART. 125. — Pendant le cours de la représentation, la batterie sera séparée de toute autre source d'électricité; la charge des accumulateurs pendant la représentation pourra être autorisée lorsque les lampes de sécurité seront installées en double sur des circuits séparés qui seront alimentés par au moins deux batteries distinctes et indépendantes.

ART. 126. — Un tableau indiquant clairement les dispositions adoptées pour isoler la batterie unique ou pour mettre les accumulateurs en charge ou en décharge sera placé dans un endroit apparent d'accès facile. Il sera muni des instruments nécessaires pour le contrôle de la charge des accumulateurs.

CHAPITRE IV

Appareils de projections Installations cinématographiques.

ART. 127. — Les appareils de projection devront être approuvés aussi bien pour la nature des projections que pour les conditions de leurs installations.

ART. 128. — A titre transitoire et jusqu'au 1^{er} janvier 1928, les installations cinématographiques sont classées en deux catégories :

Sont de première catégorie : les installations dans lesquelles il est fait usage de films inflammables, tels que les films en celluloïd pouvant donner lieu à des explosions, à des fumées abondantes ou à des flammes dangereuses.

Sont de deuxième catégorie : les installations dans lesquelles il n'est fait usage que de films dits ininflammables ne pouvant donner lieu qu'à des fumées ou à des flammes peu importantes que l'opérateur pourrait aisément supprimer sans danger pour lui et à l'insu des spectateurs.

§ 1^{er}. — Installation de première catégorie.

ART. 129. — Les appareils de projection et tous les accessoires de manœuvre seront enfermés dans une cabine entièrement construite en maçonnerie et située à l'extérieur de l'Établissement ou présentant des conditions de séparation absolue équivalentes.

Cette cabine aura au moins 8 mètres cubes de capacité et 2 mètres dans sa plus petite dimension. On ne pourra y accéder que par l'extérieur de l'Établissement.

ART. 130. — Aucune communication directe ne devra exister entre la cabine et l'intérieur de l'Établissement.

Le mur séparant la cabine de la salle ne devra être percé que des ouvertures strictement nécessaires à la projection. Ces ouvertures seront fermées en permanence par des glaces de 3 millimètres au moins d'épaisseur.

ART. 131. — La porte de la cabine se développera vers l'extérieur et devra être maintenue normalement fermée par un ressort.

ART. 132. — La manipulation des films et notamment le rebobinage auront lieu dans un local distinct de la cabine, construit comme cette dernière et également séparé de l'Établissement.

ART. 133. — La cabine et le local de manipulation des films seront largement aérés par l'air extérieur. Des mesures seront prises pour assurer la protection du voisinage en cas d'incendie ou d'explosion.

ART. 134. — L'opérateur et son aide auront seuls accès dans la cabine et le local de manipulation des films.

Il sera strictement défendu de fumer dans ces locaux.

ART. 135. — Il ne pourra être fait usage pour la projection que de la lumière électrique.

L'installation électrique sera conforme aux conditions générales prévues pour l'Établissement.

Un interrupteur général, manœuvrable de l'intérieur et de l'extérieur de la cabine, devra permettre de couper par une seule manœuvre, tous les courants employés dans la cabine.

ART. 136. — Un dispositif automatique devra empêcher la projection sur l'écran d'un film qui viendrait à s'enflammer.

ART. 137. — Des secours en eau devront être installés dans la cabine dans les conditions qui seront prescrites après avis des Sapeurs-Pompiers.

L'opérateur et son aide devront, en outre, disposer des moyens nécessaires pour arrêter rapidement un incendie, notamment d'un extincteur de 7 litres, d'un seau d'eau avec éponge et de trois siphons d'eau de Seltz.

ART. 138. — En cas d'accident survenu dans la cabine et d'interruption dans le fonctionnement de l'appareil de projection, l'éclairage dans la salle sera aussitôt donné au moyen d'un commutateur commandé par l'opérateur et par un auxiliaire placé à poste fixe dans la salle.

ART. 139. — Des instruments de mesure à poste fixe permettront de contrôler les régimes de marche adoptés suivant le film ou suivant l'appareil projecteur.

§ 2. — Installation de 2^e catégorie.

ART. 140. — Les appareils de projection et tous les accessoires de manœuvre seront renfermés dans une cabine construite en tôle de fer étanche rivée ou soudée ou en toute autre matière incombustible et d'une capacité d'au moins 5 mètres

cubes avec environ 1^m,60 de longueur, 1^m,40 de largeur et 2^m,30 de hauteur.

ART. 141. — Cette cabine pourra être placée en un endroit quelconque de l'Établissement à condition qu'elle ne gêne pas la circulation et les issues et se trouve à 2 mètres au moins des spectateurs.

ART. 142. — Les ouvertures pratiquées sur le devant de la cabine et servant au passage des rayons lumineux seront munies de volets métalliques se manœuvrant de l'intérieur et de l'extérieur.

ART. 143. — La cabine sera aérée par des ouvertures d'aspiration garnies de toile métallique à mailles fines.

Une cheminée sera aménagée pour assurer l'évacuation de l'air vicié de la cabine à l'extérieur de la salle.

Cette cheminée sera au besoin munie d'une ventilation électrique ou d'un système éjecteur équivalent, manœuvrable de l'extérieur de la cabine, assurant en toute circonstance une aspiration de la salle vers l'intérieur de la cabine.

ART. 144. — Il n'y aura dans la cabine que les films en service sur l'appareil de projection. Les autres films nécessaires à la représentation seront enfermés dans des boîtes métalliques tenues normalement fermées et placées dans une resserre isolée.

ART. 145. — La cabine et ses dépendances devront être tenues dans un état constant de propreté et ne contenir aucun objet facilement combustible.

ART. 146. — Les dispositions des articles 131, 134, 135, 137, 138 sont également applicables aux installations de deuxième catégorie.

ART. 147. — Les Directeurs d'Établissements devront se prêter à toutes les vérifications que la Préfecture de Police jugera utile d'effectuer pour assurer le contrôle d'inflammabilité des films.

La présence constatée dans une cabine ou ses dépendances d'un film ou d'une partie de film inflammable de la première catégorie entraînera la fermeture immédiate de l'Établissement, sans préjudice de poursuites judiciaires contre le Directeur responsable.

§ 3. — Dispositions transitoires applicables aux Établissements actuellement en exploitation.

ART. 148. — Les installations cinématographiques autorisées à la date de la présente Ordonnance pourront, jusqu'au

1^{er} janvier 1928, continuer à fonctionner dans les conditions prévues par leur Arrêté d'autorisation et à faire usage de films inflammables sous réserve de se conformer aux prescriptions des articles 131, 134, 136, 137, 138, 142, 144 et 145 ci-dessus, ainsi qu'à celles des articles ci-après :

ART. 149. — Les installations électriques à l'intérieur de la cabine seront exécutées sous tubes métalliques. Les fils souples nécessaires seront mis sous gaine de cuir; les lampes seront sous double enveloppe.

Un interrupteur général manœuvrable de l'intérieur et de l'extérieur de la cabine devra permettre de couper par une seule manœuvre tous les courants employés dans la cabine.

Le rhéostat et tous les accessoires seront montés sur matière non combustible et auront des dimensions assez grandes pour ne pouvoir atteindre une température dangereuse, même en cas de contact prolongé des charbons du projecteur.

ART. 150. — L'aération de la cabine et du local de manipulation des films sera assurée soit par des ouvertures donnant directement en plein air sur l'extérieur, soit par deux gaines en matériaux incombustibles, l'une amenant l'air de l'extérieur, l'autre le conduisant au dehors et formant aspiration certaine dans le sens de la salle vers l'intérieur de la cabine par tous les orifices laissés ouverts pour le service des appareils.

Si la cheminée d'évacuation est munie d'un ventilateur électrique, le circuit de ce ventilateur sera indépendant de la cabine et il ne pourra être manœuvré que de l'extérieur de celle-ci.

ART. 151. — L'appareil de projection sera pourvu :

a) d'une cuve à eau, disposée de façon qu'elle soit traversée par les rayons lumineux et les refroidisse partiellement avant leur concentration sur la pellicule. Une circulation continue d'eau froide sera maintenue dans cette cuve. S'il est fait usage d'une solution absorbant les rayons calorifiques, celle-ci sera maintenue à basse température par une circulation d'eau froide dans un serpentin, ou bien la solution circulera elle-même dans un refroidisseur plongé dans une cuve d'eau froide à renouvellement continu;

b) D'un obturateur automatique et d'un écran manœuvrable à la main établis l'un et l'autre de manière à intercepter instantanément la projection du faisceau lumineux sur la pellicule, si pour une cause quelconque la marche de celle-ci est interrompue.

c) D'un système d'enroulement automatique de films :

d) Des carters formés par des boîtes métalliques bien closes enveloppant la bobine du dérouleur et celle de l'enrouleur

pendant le fonctionnement de l'appareil. Les ouvertures des boîtes métalliques, servant au passage du film seront munies d'un dispositif d'une efficacité assurée empêchant la propagation du feu à l'intérieur des carters.

ART. 152. — En dehors du temps strictement nécessaire à leur projection, les films seront déposés dans des boîtes métalliques hermétiquement closes. Les boîtes métalliques placées dans la cabine ne devront contenir que les films strictement nécessaires à la séance en cours. Le rebobinage s'effectuera dans un local spécial complètement isolé de la salle.

ART. 153. — A partir du 1^{er} janvier 1928, toutes les installations cinématographiques seront rangées dans la deuxième catégorie et ne pourront, en conséquence, faire usage que de films ininflammables prévus à l'article 128, § 2.

TITRE VI

SECOURS CONTRE L'INCENDIE

CHAPITRE PREMIER

Conduites d'eau et avertisseurs.

§ 1^{er}. — Établissements de première catégorie.

ART. 154. — Il y aura, sauf cas de force majeure, dans chaque Établissement, deux canalisations d'eau en pression suffisante pour défendre aussi bien les parties hautes que les parties basses, l'une dite de « secours ordinaire », l'autre dite de « grand secours ».

Ces deux canalisations devront être indépendantes l'une de l'autre et être alimentées par deux prises sur deux conduites de ville distinctes présentant les meilleures garanties comme pression et comme débit; elles devront posséder une communication permettant de mettre indifféremment les deux canalisations en pression sur l'une ou sur l'autre des deux prises, chacune de celles-ci ayant un débit suffisant pour alimenter les deux secours.

Des manomètres indiqueront, en permanence, la pression de l'eau de chaque canalisation.

Au cas où la pression des conduites de ville serait insuffisante, il sera prévu une installation mécanique permettant de la relever.

ART. 155. — La section des canalisations sera proportionnelle à leur longueur, au nombre de robinets ou d'orifices à desservir et à la pression statique des conduites de ville. Les canalisations seront munies de robinets de barrage en nombre suffisant pour parer au danger qu'entraînerait leur rupture.

ART. 156. — La canalisation du « secours ordinaire » alimentera des robinets d'incendie armés de tuyaux et de lances à orifice de 10 à 14 millimètres dont le nombre et l'emplacement seront déterminés par le Service Technique du Régiment de Sapeurs Pompiers.

La pression dynamique restante aux lances des robinets les plus élevés, ceux-ci étant armés de 20 mètres de tuyau, devra être au moins de 1,5^{kg}:cm en considérant que plusieurs robinets pourront être actionnés simultanément, suivant l'importance de l'Établissement.

ART. 157. — La canalisation du « grand secours » devra être installée de façon que la scène tout entière puisse être inondée instantanément en cas de sinistre.

Elle alimentera :

1^o Des déversoirs convenablement répartis au-dessus du gril et commandés par deux vannes de mise en œuvre dont l'une sur la scène, à proximité d'une issue, et l'autre dans un endroit toujours accessible;

2^o Des déversoirs spéciaux ou une rampe percée de trous assurant la protection du rideau de fer contre l'échauffement. Cette rampe ou ces déversoirs seront piqués directement sur la canalisation du « grand secours » de scène et commandés par les mêmes mises en œuvre.

Dans certains cas, des déversoirs de grand secours pourront être envisagés pour la défense des locaux spéciaux (magasins d'accessoires, arrière-scène, dessous, etc.).

La pression dynamique aux déversoirs du grand secours ne devra, en aucun cas, être inférieur à 0^{kg},400.

ART. 158. — Il y aura séparation absolue entre la canalisation des eaux de secours contre l'incendie et celle du service particulier de l'Établissement.

ART. 159. — Les robinets de la cage de scène devront être armés de tuyaux conservant la forme cylindrique en permanence. Ces tuyaux seront constamment montés et tenus pleins d'eau.

ART. 160. — Tous les engins et appareils de secours contre l'incendie seront constamment entretenus en bon état de fonctionnement.

ART. 161. — Il pourra être établi sur les canalisations d'incendie des raccords de refoulement en nombre suffisant pour permettre aux sapeurs-pompiers d'alimenter avec leurs engins le « grand secours » ou le « secours ordinaire ». Ces raccords seront placés à l'extérieur, à des endroits facilement accessibles. Ils seront munis de clapets en tandem et de vannes nécessaires pour éviter des perturbations dans les conduites de ville.

Dans certains cas, des conduites sèches pourront être établies pour desservir les parties hautes de l'Établissement.

ART. 162. — Les dispositions des articles ci-dessus concernant le « grand secours », ou certaines d'entre elles, pourront, après avis des Services techniques, ne pas être exigées dans les Établissements classés en première catégorie en raison seulement du nombre des spectateurs et dont la scène sera construite et aménagée conformément aux dispositions prévues au titre II, chapitre II, paragraphe 2, de la présente Ordonnance.

ART. 163. — En dehors des moyens de secours prévus aux articles ci-dessus, des extincteurs ou autres appareils de secours mobiles pourront être imposés dans les diverses parties de l'Établissement, notamment dans les loges d'artistes et les magasins d'accessoires où cela sera jugé nécessaire. Ces appareils devront être approuvés par Nous.

§ 2. — Etablissements de deuxième et de troisième catégorie.

ART. 164. — La canalisation du « grand secours » ne sera pas obligatoire en principe dans les Établissements de deuxième et de troisième catégorie.

Une canalisation et des robinets de secours ordinaires seront établis dans ces Établissements aux emplacements qui seront désignés, après avis des Services techniques.

Les dispositions des articles 158, 159, et 160 seront applicables aux Établissements de deuxième et de troisième catégorie.

§ 3. — Avertisseurs d'incendie.

ART. 165. — A Paris et dans tous les centres où existera un poste permanent d'incendie, des avertisseurs téléphoniques relieront chacun des Établissements de première catégorie et ceux de deuxième et de troisième catégorie contenant plus

de 1.000 personnes, avec la station de sapeurs-pompiers la plus voisine.

Le nombre et les emplacements de ces avertisseurs seront déterminés pour chaque Établissement par les sapeurs-pompiers.

CHAPITRE II

Service de surveillance.

ART. 166. — Un service de surveillance contre l'incendie sera assuré, conformément à des consignes approuvées par Nous, pendant la présence du public, dans les Établissements de première catégorie comportant une scène construite et aménagée conformément aux dispositions prévues au titre II, chap. II, § 1^{er}, de la présente Ordonnance.

Ce service sera fourni par le Régiment des Sapeurs-Pompiers à Paris et par les Sapeurs-Pompiers communaux en banlieue. Il sera rétribué par la Direction de l'Établissement dans les conditions prévues par Arrêté spécial.

Un poste convenablement installé devra être mis à la disposition des sapeurs-pompiers.

ART. 167. — Un service de surveillance pendant la présence du public pourra également être exigé dans les autres Établissements de première catégorie ainsi que dans les Établissements de deuxième et de troisième catégorie, où cela sera jugé nécessaire.

Ce service sera assuré en principe par des pompiers civils et, exceptionnellement, par le Régiment des Sapeurs-Pompiers. Des consignes spéciales fixeront la composition de ces services.

ART. 168. — Les services de surveillance assurés pendant la présence du public seront visités par des officiers ou sous-officiers du Régiment de Sapeurs-Pompiers, dans le but de veiller à la bonne exécution du service.

Ces rondes seront rétribuées par la Direction des Établissements dans les conditions prévues par Arrêté spécial.

ART. 169. — En dehors de la présence du public et notamment pendant les répétitions, un service de surveillance sera assuré, dans les Établissements de première catégorie, suivant des consignes arrêtées par Nous, par des pompiers civils appartenant à l'Établissement, sous l'entièvre responsabilité de la Direction.

ART. 170. — Les pompiers civils prévus aux articles 167 et 169 ci-dessus devront présenter toute garantie au point de vue physique. Ils seront examinés par les soins du Régiment.

ment des Sapeurs-Pompiers et agréés par Nous. La Direction des Établissements aura l'initiative et la responsabilité de leur instruction.

TITRE VII DISPOSITIONS SPÉCIALES

CHAPITRE PREMIER

Ménagerie et exhibitions d'animaux.

ART. 171. — Toute exhibition d'animaux qui pourrait constituer un danger pour le public ou les artistes devra faire l'objet d'une demande d'autorisation spéciale.

ART. 172. — Les animaux féroces ne pourront être exhibés que dans des cages construites de manière à résister aux efforts des animaux et à s'opposer à leur évasion.

ART. 173. — Une barrière suffisamment solide sera placée en avant des cages à une distance d'un mètre au moins pour empêcher le public de s'approcher des animaux.

ART. 174. — Il sera établi au-devant des portes qui donnent accès aux dompteurs dans les cages un tambour d'entrée de petites dimensions; ce tambour sera construit comme les cages et sera disposé de manière qu'à aucun moment la porte du tambour vers l'extérieur et la porte de la cage ne puissent être ouvertes simultanément.

ART. 175. — Les écuries ne pourront être établies que dans des locaux séparés des autres parties de l'Établissement.

Il ne pourra y être conservé que les pailles et fourrages strictement nécessaires à la consommation journalière.

ART. 176. — Les écuries de dix chevaux et plus devront faire l'objet d'une demande d'autorisation spéciale conformément aux dispositions du Décret du 24 décembre 1919 (Établissements classés).

ART. 177. — Les écuries et les cages d'animaux devront être lavées régulièrement au moins une fois par jour au moyen d'eau additionnée d'une solution désinfectante (200 grammes de chlorure de zinc suffisent pour 20 litres d'eau; la dissolution doit se faire dans un vase de bois, de verre ou de faïence).

Les urines des animaux seront canalisées; elles seront recueillies ainsi que les sciures de nettoyage dans des vases étanches,

contenant une dissolution de chlorure de chaux, et enlevés journellement.

Les os, les fumiers et autres détritus devront être enlevés régulièrement tous les jours.

CHAPITRE II

Attractions dangereuses.

ART. 178. — Les directeurs d'Établissements qui désireront exploiter, soit sur la scène, soit dans la salle et ses dépendances, des attractions susceptibles d'être une cause de danger, devront en demander l'autorisation à la Préfecture de Police.

Des filets protecteurs ou tout autre dispositif de sécurité devront être installés pendant l'exécution de tout exercice pouvant entraîner des accidents.

ART. 179. — Les séances de boxe devront faire l'objet d'une demande d'autorisation spéciale. Les organisateurs et les boxeurs devront se conformer aux prescriptions spéciales indiquées dans l'Arrêté ou la décision d'autorisation.

TITRE VIII

MESURE D'ORDRE ET DE POLICE

CHAPITRE PREMIER

Commissions et sous-commissions.

ART. 180. — Une Commission supérieure des Théâtres sera chargée d'étudier les questions relatives aux théâtres, concerts ou établissements analogues qui lui seront soumises par Nous et de donner son avis sur ces questions.

ART. 181. — Une commission technique spéciale, dont les membres seront désignés par Nous, aura pour mission d'étudier les questions d'éclairage et d'examiner si les prescriptions de la présente Ordonnance relatives à l'éclairage des Établissements de spectacle sont observées.]

ART. 182. — A des époques rapprochées, une Sous-Commission par Nous constituée visitera chaque Établissement.

Ces visites auront pour objet :

1^o De vérifier si les prescriptions de la présente Ordonnance

sont observées et, notamment, si tous les appareils de secours contre l'incendie fonctionnent régulièrement;

2^e De signaler les améliorations qu'il pourrait y avoir lieu d'apporter aux dispositions ou à l'aménagement de l'Établissement et les modifications qui auraient pu y être apportées sans notre autorisation préalable.

A l'issue de chaque visite, il sera dressé un procès-verbal qui sera transmis à l'Administration à telles fins que de droit.

ART. 183. — Les membres de la Commission supérieure des Théâtres, sur la présentation de la carte qui leur est délivrée par Nous, et les membres de la Sous-Commission locale, auront accès dans chaque établissement à toute heure et devront être mis à même d'y exercer la surveillance qu'ils jugeront utile.

CHAPITRE II

Billets d'entrée et location des places.

ART. 184. — Conformément aux dispositions de la Loi du 27 juin 1919, il est interdit, sous peine de poursuites correctionnelles, de vendre ou de céder, de tenter de vendre ou de céder, à un prix supérieur à celui fixé et affiché dans les théâtres et concerts subventionnés ou avantagés d'une façon quelconque par l'État ou la Ville de Paris ou moyennant une prime quelconque, des billets pris aux bureaux de location ou de vente desdits théâtres ou concerts.

ART. 185. — La vente et l'offre de vente de tous billets ou contremarques ou le racolage ayant ce trafic pour objet sont interdits sur la voie publique.

ART. 186. — Un tableau du tarif du prix des places sera apposé sur les bureaux de location et de vente des Établissements. Une maquette ou un plan indiquant très exactement les diverses catégories de places devront également être tenus à la disposition du public.

Une fois annoncé, le tarif de chaque présentation ne pourra être modifié.

ART. 187. — Tous les billets devront porter en caractères très apparents la catégorie de la place à laquelle ils donneront droit, ainsi que le prix que devra payer le spectateur, tous droits et taxes compris.

Art 188. — Ne peuvent être louées à l'avance que les loges et les places converties en fauteuils ou en stalles et numérotées. La location doit cesser avant l'heure de l'introduction du public dans la salle.

Le nombre des places inscrit sur les portes des loges ne devra pas être supérieur à celui fixé d'accord avec l'Administration.

ART. 189. — Une feuille de location indiquera toutes les places louées.

Il est défendu de mettre l'étiquette « Louée » sur une place non portée sur cette feuille.

ART. 190. — Les Directeurs devront tenir à la disposition du Commissaire de Police de service ou du chef du Service d'ordre un double de la feuille de location.

CHAPITRE III

Police des représentations.

ART. 191. — Les services de police seront déterminés suivant l'importance de l'établissement.

Des locaux convenablement installés seront mis à la disposition de ces services.

ART. 192. — Un Commissaire de Police sera chargé de la surveillance générale pendant les représentations et répétitions générales dans les Établissements où cela sera jugé nécessaire; une place convenable lui sera réservée dans l'intérieur de la salle.

ART. 193. — Des agents ou des gardes, rétribués par la Direction, seront placés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'Établissement pour assurer le maintien de l'ordre et la libre circulation, et veiller à l'exécution des prescriptions réglementaires.

ART. 194. — Les Directeurs d'Établissements devront aviser la Préfecture de Police des jours et heures de toutes les représentations, y compris notamment les matinées et les séances exceptionnelles, afin que les mesures d'ordre et de sécurité habituelles puissent être prises.

Ces avis devront être donnés en principe trois jours à l'avance et par écrit. En cas d'urgence, ils pourront être donnés par communication téléphonique au Bureau des Théâtres et confirmés ensuite par écrit.

ART. 195. — En cas de relâche, fermeture ou réouverture, avis devra être donné, en temps utile, à la Préfecture de Police. Lorsque la durée de la fermeture sera de plus d'un mois, avis de la réouverture devra être donné quinze jours au moins à l'avance.

ART. 196. — Dans le cas où le service d'ordre et de sûreté se serait rendu dans un Établissement à l'occasion d'une représentation qui, bien qu'annoncée à l'avance, n'aurait pas eu lieu, ce service devra être rétribué comme d'usage.

ART. 197. — La salle devra être livrée au public et la représentation commencera aux heures indiquées par l'affiche.

Les bureaux de distribution de billets devront être ouverts au moins une demi-heure avant le lever du rideau.

ART. 198. — Il est défendu d'introduire des spectateurs dans la salle avant l'ouverture des bureaux et par d'autres portes que celles affectées au public.

Les files d'attente des spectateurs seront établies de manière à ne pas gêner la circulation et à permettre la vérification des billets.

L'entrée de l'Établissement sera interdite aux enfants de moins de trois ans.

ART. 199. — L'autorisation donnée à un Établissement sera retirée en cas d'atteinte à la morale ou à l'ordre public.

ART. 200. — Dans les représentations cinématographiques, il ne devra être fait usage que de films visés par la Commission d'examen instituée au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts et la fiche constatant le visa de chaque film devra être présentée à toute réquisition des agents de la Préfecture de Police.

ART. 201. — Sauf autorisation spéciale, les artistes ne pourront pénétrer dans la salle affectée au public.

ART. 202. — Les quêtes seront interdites, sauf autorisation spéciale qui ne pourra être accordée qu'au profit d'œuvres régulièrement organisées.

ART. 203. — Conformément à l'article 58, livre II du Code du Travail, aucun enfant âgé de moins de treize ans ne pourra figurer dans une représentation sans une autorisation spéciale délivrée par le Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour les Établissements de Paris et par Nous pour les Établissements de la Banlieue.

ART. 204. — Conformément à l'article 60, livre II du Code du Travail, il est interdit de faire exécuter sur une scène quelconque, par un enfant de moins de seize ans, des tours de force périlleux et des exercices de dislocation.

Les théâtres d'acteurs enfants demeurent formellement prohibés, conformément à l'article 4 du Décret du 6 janvier 1864.

ART. 205. — Il est interdit de fumer dans l'intérieur des Établissements, sauf autorisation spéciale accordée à tel Établissement pour telle partie des locaux.

ART. 206. — Dans tout Établissement où des consommations seront servies, le tarif en devra être affiché à l'intérieur dans un lieu apparent.

ART. 207. — Il est défendu de troubler systématiquement la représentation ou d'empêcher les spectateurs de voir ou d'entendre le spectacle, de quelque manière que ce soit.

Toute personne, notamment, dont le chapeau ou coiffure serait un obstacle à la vue des spectateurs placés derrière elle sera tenue d'obtempérer à toute réquisition en vue de faire cesser le trouble qu'elle aura occasionné.

ART. 208. — Toutes les fois que dans une représentation, il devra être fait usage d'armes à feu, la mise en scène sera réglée de façon que le tir ne s'effectue pas dans la direction de la salle.

Quand la représentation d'une pièce comportera un simulacre d'incendie, le tir de pièces d'artifice ou l'emploi d'appareils de projections lumineuses, la Préfecture de Police devra être prévenue à l'avance afin que les précautions nécessaires puissent être prescrites.

Les pièces d'artifice et la poudre ne devront être apportées du dehors qu'au commencement de chaque représentation.

ART. 209. — Les objets perdus par le public et trouvés dans l'intérieur des salles de spectacle devront être déposés au Commissariat de Police du quartier, s'ils n'ont pas été réclamés dans les vingt-quatre heures.

ART. 210. — Les couloirs et les passages ménagés pour la circulation devront rester entièrement libres pendant la représentation.

Il sera défendu d'y stationner.

ART. 211. — Toutes les portes normales et de secours devront pouvoir être ouvertes immédiatement et facilement par toute personne. Toutes les issues normales devront être laissées constamment à la disposition du public pour la sortie.

ART. 212. — La manœuvre du rideau de fer, dans les Établissements de première catégorie, devra être faite en présence du public au début de chaque représentation.

ART. 213. — Il est expressément défendu aux Directeurs de faire cesser l'éclairage de la salle ou de ses dépendances avant l'entièbre évacuation du public.

Il leur est également interdit de faire cesser l'éclairage dans les dépendances de l'établissement avant l'évacuation complète du personnel.

ART. 214. — L'heure extrême de clôture des représenta-

tions est fixée à minuit et demi en tout temps, sauf autorisation spéciale.

CHAPITRE IV

Service médical.

ART. 215. — Dans chaque établissement de la première catégorie et dans tout établissement des autres catégories pouvant recevoir plus de huit cents spectateurs, il y aura un service médical. Le médecin de service devra, à première réquisition, donner sur place ses soins tant aux spectateurs qu'au personnel de l'Établissement.

ART. 216. — Les médecins, choisis par le Directeur, devront être agréés par la Préfecture de Police, hormis les médecins des théâtres nationaux, qui sont nommés par le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

ART. 217. — Le Directeur devra donner connaissance à la Préfecture de Police de la façon dont le service médical sera assuré et réglé.

ART. 218. — Ce service devra être organisé de manière à ce qu'il y ait constamment un médecin présent dans l'Établissement, depuis le commencement jusqu'à la fin de toutes les représentations ou répétitions générales.

ART. 219. — Un registre sur lequel le médecin de service devra apposer sa signature et signaler, le cas échéant, ses interventions, sera déposé au Bureau du Contrôle ou dans tout autre local désigné d'avance et connu de tout le personnel. Ce registre ne devra être communiqué qu'au Directeur de l'Établissement ou aux Délégués de la Préfecture de Police.

ART. 220. — Tout médecin qui fera preuve de négligence ou d'inexactitude dans son service devra être rayé de la liste des médecins de l'Établissement et remplacé par les soins du Directeur dans les conditions prévues par l'article 216 ci-dessus.

ART. 221. — Dans chaque Établissement, un local convenablement aménagé à cet effet sera désigné pour être mis, en cas de besoin, à la disposition des médecins pour y donner leurs soins. L'emplacement de ce local devra être parfaitement connu de tout le personnel de l'Établissement.

ART. 222. — Une boîte de secours devra se trouver en permanence dans tous les Établissements, soit au bureau du Contrôle, soit dans tout local désigné d'avance et connu de tout le personnel. Cette boîte sera composée de façon à

répondre aux besoins les plus urgents et portera sur le couvercle la nomenclature des médicaments et objets qui y seront contenus. Le Directeur devra veiller à ce que les instruments soient toujours en bon état et que les médicaments ne soient pas altérés.

La boîte de secours devra être présentée à toute réquisition du Commissaire de Police ou des délégués de la Préfecture de Police chargés de la vérifier.

TITRE IX

DISPOSITIONS EXCEPTIONNELLES MESURE D'EXÉCUTION

ART. 223. — Les dispositions spéciales des Établissements pourront motiver des prescriptions particulières comme aussi des mesures spéciales pourront être imposées selon les cas pour assurer la sécurité du public, du personnel et du voisinage.

ART. 224. — Les prescriptions de la présente Ordonnance sont immédiatement applicables.

Toutefois, en ce qui concerne les Établissements actuellement en exploitation et lorsque l'application des règles prescrites par ladite Ordonnance exigera une modification aux installations actuelles, une Sous-Commission nommée par Nous et composée de représentants des Services techniques de la Préfecture de Police, de la Commission supérieure des Théâtres et de la Direction de chaque Établissement, déterminera, après étude de chaque cas particulier, les conditions spéciales qui pourront être établies par dérogation aux prescriptions de l'Ordonnance.

ART. 225. — Il est interdit aux restaurateurs et débitants de boissons de donner ou de laisser donner dans leur Établissement, sans notre autorisation, des concerts, chants ou auditions musicales, auditions de phonographe ou appareils à musique, auditions de T. S. F. avec haut-parleur, séances de prestidigitations, danses ou autres attractions.

L'application de certaines des dispositions de la présente Ordonnance pourra ne pas être exigée dans les restaurants et débits auxquels cette autorisation aura été accordée, à condition que les concerts ou attractions ne soient que l'accessoire du restaurant ou du débit et ne comportent aucune installation spéciale.

Les mesures d'ordre et de sécurité à observer seront indiquées dans l'Arrêté ou la Décision d'autorisation.

ART. 226. — Sont rapportées toutes les dispositions des autres Ordonnances ou Arrêtés qui seraient contraires à la présente Ordonnance.

ART. 227. — La présente Ordonnance sera imprimée, publiée et affichée dans Paris et dans les communes du ressort de la Préfecture de Police. Elle sera apposée, au moins en extrait, dans des cadres grillés placés en permanence dans les vestibules et dans les corridors des théâtres, concerts et établissements analogues, sur les points où la circulation n'en sera pas gênée.

Sont chargés d'en assurer l'exécution, chacun en ce qui le concerne :

A Paris, le Directeur de la Police municipale, les Commissaires de Police et autres préposés à la Préfecture de Police.

Et dans les villes et communes du département de la Seine, les Maires, Commissaires de Police et tous agents de la force publique.

Le Colonel de la Garde Républicaine, le Colonel de la Gendarmerie de la Seine et le Colonel commandant les Sapeurs-Pompiers sont requis de concourir à son exécution.

Le Préfet de Police,

MORAIN.

PAR LE PRÉFET DE POLICE :

Le Secrétaire général,

A. LIARD.

RÈGLEMENT ANNEXE A L'ORDONNANCE DE POLICE

du 1^{er} Janvier 1927

RÈGLES A APPLIQUER POUR L'EXÉCUTION ET L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS ÉLEC- TRIQUES DE LUMIÈRE ET DE FORCE MOTRICE PRÉVUES AU TITRE V DE L'ORDONNANCE DE POLICE DU 1^{er} JANVIER 1927.

§ 1^{er}. — L'énergie électrique pourra provenir d'une usine génératrice spéciale ou d'un poste de transformation ou d'un réseau de distribution à basse tension. Suivant les cas, l'usine, le poste de transformation, le raccordement au réseau seront établis conformément aux prescriptions du Ministre des Travaux publics, du Ministre du Travail et à celles du Préfet pour le département de la Seine.

§ 2. — Les installations d'éclairage et de force motrice et le matériel s'y rattachant satisferont aux règles de l'art qui pourront être recommandées par le Ministre des Travaux publics, le Préfet de la Seine ou par l'Union des Syndicats professionnels de l'Électricité, en tant que ces règles n'iront pas à l'encontre de celles concernant la sécurité, prescrites par la présente Ordonnance.

§ 3. — Après entente avec le distributeur, les conducteurs des installations électriques d'un Établissement public seront normalement mis à la terre aussi bien pendant le service que pendant l'arrêt, à moins qu'ils ne soient entièrement recouverts d'une enveloppe métallique mise elle-même à la terre.

§ 4. — Dans toutes les installations, le matériel sera employé sous la tension efficace maxima de 120 volts. Les moteurs protégés contre les contacts extérieurs pourront être d'un type de tension supérieure à 120 volts lorsque les canalisations les desservant et leurs accessoires seront sous enveloppe métallique étanche mise à la terre.

§ 5. — Les installations sont divisées en deux catégories :
Première catégorie. — Installations n'ayant aucune connexion avec la terre ou bien présentant des tensions supérieures à 120 volts entre les conducteurs et la terre;

Deuxième catégorie. — Installations ayant un conducteur ou une connexion à la terre et où la tension efficace maxima entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 120 volts efficaces.

§ 6. — Dans les installations de la première catégorie, les canalisations, fusibles interrupteurs, et tous autres appareils de manœuvre ou de réglage seront sous enveloppes métalliques, étanches, mises en contact avec la terre.

§ 7. — Les douilles des lampes dans les installations de première catégorie seront en porcelaine ou en matière isolante équivalente.

§ 8. — Pour toutes les installations de deuxième catégorie il est recommandé d'établir une connexion avec la terre limitant la tension à 60 volts entre les conducteurs et la terre lorsque le système de la distribution publique alimentant l'établissement le permet.

Cette disposition est toujours possible lorsque l'établissement est alimenté par un poste spécial de transformation installé par l'abonné.

§ 9. — Lorsque l'établissement sera alimenté au moyen d'un poste de transformation du courant haute tension en courant basse tension, ce poste sera établi au plus près de l'arrivée des câbles haute tension pour réduire la longueur de ceux-ci dans l'établissement. Ils seront mis en galerie ou en terre pour être autant que possible inaccessibles à l'intérieur de l'établissement.

§ 10. — Le poste de transformation sera clos par des portes en fer ou par les grillages métalliques à mailles serrées mis à la terre et prévus pour résister à l'explosion des baies des transformateurs ou des disjoncteurs isolés au moyen d'hydrocarbures et pour empêcher les projections de ceux-ci à l'extérieur.

§ 11. — Les dispositions seront telles qu'aucune des parties haute tension ne puisse être atteinte par un jet de lance d'incendie sans que ce jet ait préalablement traversé un grillage métallique mis à la terre.

§ 12. — L'aération du poste sera établie telle que des fumées ne puissent, en cas de court-circuit, se répandre dans l'établissement.

§ 13. — Les détonations résultant d'un court-circuit de haute tension ne devront pas pouvoir être entendues à l'intérieur de l'établissement.

§ 14. — Après son entrée dans l'établissement, le courant basse tension est conduit à un tableau principal d'où partiront les circuits dans différents services.

§ 15. — Pour un théâtre, ces services sont ordinairement :
 1^o L'éclairage de la scène et de la salle réglé à un tableau dit jeu d'orgue :

- 2^o L'éclairage des couloirs, dégagements, contrôle;
- 3^o L'éclairage des loges d'artistes et de l'Administration;
- 4^o L'éclairage pour le balayage;
- 5^o La force motrice.

§ 16. — Le tableau principal doit toujours rester accessible, même en cas d'alerte.

§ 17. — Dans un théâtre, le tableau principal et les câbles y aboutissant seront installés hors la cage de scène.

§ 18. — Les tableaux principaux et les tableaux secondaires seront d'un accès facile et hors de la portée du public.

§ 19. — Ils comporteront tous une ligne de mise à la terre.

§ 20. — Ils seront en matière incombustible ainsi que tout le matériel s'y rapportant.

§ 21. — L'arrière des tableaux doit être accessible pour permettre la vérification des serrages des connexions. Les emplacements attribués notamment aux jeux d'orgues seront prévus pour faciliter la manœuvre et la surveillance de tout le matériel électrique se rapportant à ces tableaux.

§ 22. — Si, par exception, l'arrière du tableau est inaccessible, les connexions qui s'y trouvent seront en conducteurs rigides nus solidement maintenus sur des isolateurs incombustibles. Ces connexions pourront aussi être faites en câbles isolés, mais alors l'arrière du tableau sera fermé par des tôles empêchant la propagation de la fumée ou du feu résultant d'un court-circuit ou d'un desserrage de câble.

§ 23. — Lorsque l'arrière du tableau ne sera pas accessible, les connexions avec les câbles isolés d'arrivée et de départ seront ramenées à l'avant du tableau.

§ 24. — Tout circuit arrêté doit être connecté à la terre. Aux tableaux de départ des circuits, pour chacun d'eux, on disposera un interrupteur à rupture rapide pour couper simultanément tous les conducteurs et pour les mettre à la terre.

§ 25. — Au départ de chaque circuit, après les interrupteurs, on disposera sur les conducteurs, à l'exception du neutre, des fusibles non interchangeables portant l'indication de l'intensité du courant admis dans le câble.

§ 26. — Les câbles du départ du tableau porteront l'indication de leur section et de l'intensité maxima qu'ils peuvent

supporter, ainsi qu'un dispositif permettant de contrôler l'intensité du courant sans l'interrompre.

§ 27. — Les tableaux principaux auront en permanence les instruments de mesure nécessaires pour le contrôle de la charge des circuits. On disposera, à proximité, le schéma de l'installation tenu à jour, portant la date de la dernière correction avec l'indication des sections des conducteurs et celles des intensités correspondantes en pleine charge.

§ 28. — Les connexions des câbles avec les interrupteurs, les coupe-circuits et autres appareils pourront être réalisées par le serrage du câble au moyen d'une vis ou par un ou deux écrou montés sur une tige filetée servant de conducteur lorsque la section du câble sera au plus de 12 millimètres carrés et demi et l'intensité au plus de 25 ampères.

§ 29. — Au delà des dimensions précédentes, toute connexion de câble devra être assurée par au moins deux vis ou boulons.

§ 30. — Le serrage d'un câble dans un trou borgne n'est pas admis;

§ 31. — Toute pièce de connexion, cosse ou autre, nécessitant la soudure de câbles, est interdite.

§ 32. — Les appareils spéciaux seront, au besoin, munis de pièces ajustées pour recevoir les câbles avec toutes les garanties de sécurité indiquées précédemment.

§ 33. — Les rhéostats servant au réglage des courants ne comporteront aucune matière combustible; ils seront installés dans un local spécialement aéré, ou bien ils seront protégés par des grillages à mailles serrées ou par des tôles, contre tout contact extérieur.

§ 34. — Les conducteurs aboutissant à ces rhéostats auront toutes leurs connexions accessibles extérieurement.

§ 35. — Les gaines métalliques protectrices seront assez spacieuses pour que l'air n'en sorte pas échauffé à plus de 20 degrés centigrades au-dessus de la température ambiante.

§ 36. — Les conducteurs seront isolés au caoutchouc. L'isolant sera du type donnant 600 mégohms par kilomètre.

§ 37. — La densité du courant ne dépassera pas les chiffres réglementaires dans les câbles de 75 millimètres carrés et au-delà. En dessous de 75 millimètres carrés de section, elle sera au plus de 2 ampères par millimètre carré; par suite, les conducteurs se trouveront d'autant plus renforcés qu'ils seront plus petits.

§ 38. — Les pièces accessoires s'y rapportant : interrupteurs, prises de dérivation, pièces de jonction, fusibles, etc., seront du type correspondant à l'intensité normale que peut supporter le câble sans échauffement dangereux, c'est-à-dire que ces pièces accessoires seront aussi renforcées pour assurer une plus grande sécurité.

§ 39. — Il ne sera admis aucune épissure ni soudure pour la jonction des câbles ou pour les prises de dérivation. Ces connexions seront faites au moyen de pièces métalliques.

§ 40. — Les manchons comportant le passage du courant dans des filetages sont interdits.

§ 41. — Les enveloppes métalliques, tubes étanches ou non, seront mises à la terre.

§ 42. — Il est interdit de connecter à un circuit d'éclairage ou de force motrice des réseaux de sonneries, de téléphone, d'annonciateurs, etc.

§ 43. — L'emploi de petits transformateurs abaissant la tension du courant alternatif pour son utilisation dans des réseaux de sonneries est interdit.

§ 44. — Il pourra être accepté lorsque les réseaux secondaires, sonneries ou autres, seront avec tous leurs accessoires constitués suivant les conditions imposées pour les lignes de lumière de l'Établissement, fils 600 mégohms, etc. Ils seront soumis aux mêmes épreuves d'isolement et devront donner les mêmes résultats.

§ 45. — Tous les conducteurs mobiles, susceptibles d'être écrasés ou usés, seront constitués par des câbles souples isolés, du type 600 mégohms au kilomètre, logés dans une gaine en cuir protégée au besoin par une enveloppe métallique flexible.

§ 46. — Dans les théâtres, les conducteurs souples non protégés ne pourront être tolérés que dans les Bureaux d'Administration.

§ 47. — Les conducteurs sous gaine de cuir pour le service des herses, des portants, des accessoires de scène, des lustres et tout autres supports d'éclairage seront munis de prises de courant renforcées et verrouillées pour éviter la rupture des connexions.

§ 48. — Les trainées, portants et tous les accessoires de lumière devront être munis de fusibles bi-polaires montés sur l'appareil même.

§ 49. — Les câbles, conducteurs de courant, ne devront, en aucun cas, servir à la suspension des appareils.

§ 50. — Les câbles de suspension seront incombustibles et les appareils suspendus le seront aussi. Ceux-ci seront isolés électriquement de leurs câbles d'attache.

§ 51. — Les câbles de suspension seront toujours doublés; chacun d'eux devra être capable de supporter dix fois le poids de l'appareil sans atteindre la limite d'élasticité du métal le constituant. Un verrou de sûreté sera appliqué à tous les appareils suspendus au-dessus du public et aucune manœuvre ne pourra être faite pendant la présence de celui-ci.

§ 52. — Les herses seront suspendues par au moins trois câbles métalliques capables de la même sécurité que précédemment. Les lampes des herses, celles des portants et celles de la rampe dans les théâtres seront protégées contre les chocs extérieurs.

§ 53. — Les lampes à arc des appareils de projection seront toujours logées dans des enveloppes métalliques dont la température ne devra pas s'élever à plus de 20 degrés centigrades au-dessus de la température ambiante. Ces enveloppes ne laisseront échapper aucune étincelle provenant des charbons de la lampe.

§ 54. — Les lampes à arc servant à l'éclairage des grands espaces seront établies de façon à rendre impossible toute chute de charbons ou de débris de verre.

§ 55. — Les lustres composés de lampes à arc seront autant que possible situés au-dessus de lieux inaccessibles au public.

§ 56. — Lorsque l'éclairage de sécurité de l'Établissement sera alimenté par l'électricité, toutes les parties de l'installation de ce service seront établies dans des locaux et passages assurant aux canalisations la plus longue durée en cas de sinistre.

§ 57. — Les câbles amenant le courant aux lampes de sécurité seront placés en dehors de la cage de scène et complètement indépendants des câbles et interrupteurs servant à l'éclairage ordinaire.

§ 58. — Une dérivation du circuit de sécurité pénétrera dans la cage de scène et alimentera les lampes de sûreté de la scène et de ses dépendances. Une autre dérivation assurera l'éclairage de sécurité de l'Administration et des loges d'artistes.

§ 59. — Si l'Établissement est alimenté simultanément par deux sources d'électricité absolument indépendantes l'une de l'autre, l'éclairage de sécurité sera établi en double et il sera alimenté simultanément par les deux sources.

§ 60. — Si l'Établissement est alimenté à volonté par l'une ou par l'autre des deux sources, l'éclairage de sécurité sera connecté à celle des sources tenues à la disposition de l'Établissement. L'inverseur principal mettra mécaniquement l'éclairage de sécurité sur la source tenue en réserve.

§ 61. — Si l'Établissement est alimenté par une seule source d'éclairage électrique, l'éclairage de sécurité en sera complètement indépendant; il sera alimenté par un groupe électrogène ou par une ou plusieurs batteries d'accumulateurs.

§ 62. — Le local des accumulateurs sera largement aéré.

§ 63. — La résistance d'isolation à la terre exprimée en ohms devra être au moins 60.000 ohms plus un nombre indiqué par les Services techniques par nature d'installation, ce nombre variant en sens inverse de la puissance du circuit.

§ 64. — Toute partie des circuits ne donnant pas 60.000 ohms au moins devra être immédiatement détaché de l'installation.

§ 65. — L'électricité pourra être fournie en permanence ou exceptionnellement par des groupes électrogènes amovibles, mais, dans tous les cas, l'installation devra être soumise en temps convenable à la Préfecture de Police pour être approuvée.

*Le Préfet de Police,
MORAIN*

CONSEILS

PERMETTANT

de réaliser l'ignifugation dans les théâtres

L'ignifugation a pour but, non pas d'empêcher la destruction par le feu des substances combustibles, mais de les contraindre, si elles viennent à être enflammées, à brûler très lentement et surtout sans émettre de flammes. Dans les théâtres, la pratique de l'ignifugation réalisée dans une aussi large mesure que possible offre les avantages suivants : limitation étroite des risques de propagation lorsqu'un foyer accidentel local vient de se produire; possibilité aux secours d'intervenir avant qu'un incendie n'ait pris des proportions importantes; suppression des flammes, éléments principaux des paniques et de propagation rapide des incendies.

Il ne peut être question d'exiger que tous les matériaux utilisés dans un théâtre soient totalement incombustibles ou ignifugés; mais, par contre, la pratique de l'ignifugation peut et doit être imposée à toutes les matières qui se présentent sous les formes les rendant particulièrement dangereuses. C'est le cas des produits d'origine végétale utilisés sous forme de tissus, ou de lames minces : toiles, mousselines, soies artificielles, bois minces, etc.

Aussi les décors dans lesquels s'associent les toiles et les bois minces, les costumes taillés dans des étoffes végétales légères doivent-ils être ignifugés.

Il va sans dire que les costumes de ville (tissus de laine), les costumes d'apparat (tissus de laine et surtout de soie, étoffes lamées, etc.), ne doivent pas être considérés comme justifiables de l'ignifugation imposée, attendu que les tissus dont ils sont constitués sont très peu combustibles et, en général, brûlent sans émettre de flammes, c'est-à-dire qu'ils se consument dans les conditions mêmes que l'on cherche à réaliser en ignifugeant les fibres très inflammables. De même, les meubles et autres accessoires en bois épais, surtout si ce sont des bois durs qui interviennent dans leur composition, ne doivent pas être astreints à la pratique de l'ignifugation.

* * *

L'ignifugation *des toiles* de décors peut être réalisée soit sur des toiles vierges, soit dans l'atelier du décorateur, au moment

où il pratique l'encollage de sa toile, soit dans les théâtres mêmes ou dans les magasins de décors, sur les toiles déjà peintes.

Diverses substances peuvent intervenir efficacement pour la constitution d'un ignifuge. Mais, comme certaines d'entre elles sont susceptibles soit de modifier les couleurs, soit d'altérer les fibres des tissus, il est sage de n'utiliser comme produits d'ignifugation que ceux ayant déjà fait leurs preuves et qui, tout en assurant aux tissus qu'ils imprègnent, une ignifugation satisfaisante, ont été, en outre, reconnus inoffensifs à tous points de vue. C'est le cas du mélange constitué par :

Borate de soude (borax).....	6 parties.
Acide borique.....	5 —

mélange dont les dissolutions ont, en particulier, sans action sur les matières colorantes généralement utilisées pour la décoration.

L'application de ce mélange peut être réalisée ainsi qu'il suit :

a) Pour traiter les toiles vierges, celles-ci seront trempées dans le bain suivant :

Borate de soude (borax).....	60 grammes.
Acide borique	50 —
Eau	1 litre.

Une fois la toile complètement imprégnée par la solution, on exprimera l'excès de cette dernière et on laissera sécher la toile.

Ce mode d'ignifugation des toiles constituera le procédé de choix, à tous points de vue.

b) Pour traiter les toiles, au moment où elle vont subir la décoration :

On dissoudra, *à chaud*, dans 1 litre de l'encollage, destiné à servir de fond à la peinture, 200 grammes du mélange :

Borax	6 parties.
Acide borique	5 —

et, c'est sur cet encollage, copieusement étendu, que le décorateur appliquera sa décoration.

c) Pour traiter les décors déjà terminés :

Les toiles peintes peuvent, sans aucun inconvénient, être efficacement ignifugées par pulvérisation, sur leur face postérieure (c'est-à-dire sur la face opposée à la face peinte) de la solution de borax et d'acide borique.

On pourra procéder de la manière suivante :

À l'aide d'un pulvérisateur (par exemple de l'un de ceux utilisés pour le traitement des vignes), on pulvérisera, à l'envers de la toile à traiter, une solution qui contiendra :

Borax	41 grammes.
Acide borique.....	34 —
Eau	1 litre.

de façon que la toile soit imprégnée uniformément.

Après dix minutes, ou un quart d'heure, on renouvelera la pulvérisation, avec une deuxième solution, plus concentrée, contenant cette fois :

Borax	82 grammes.
Acide borique	68 —
Eau	1 litre.

Qu'on étendra aussi uniformément que possible jusqu'à ce que la toile soit mouillée à fond, puis on laissera sécher.

* * *

L'ignifugation des tulles, mousselines, tarlatanes (en particulier tutus, écharpes, voiles, etc.) et, d'une manière générale, de toutes les étoffes légères, peut être réalisée à l'aide des mêmes procédés que ceux qui viennent d'être décrits ci-dessus à propos de l'ignifugation des toiles.

C'est ainsi que les fabricants pourront, avant que de livrer leurs tissus, les ignifuger par passage dans le bain spécifié à propos de l'ignifugation des toiles vierges; que les costumiers pourront procéder au traitement des costumes déjà confectionnés, en les soumettant aux deux pulvérisations dont il est parlé plus haut à l'occasion du traitement des toiles déjà peintes, et, qu'enfin les blanchisseurs pourront, après lavage desdits costumes, leur conférer ou leur rendre l'inflammabilité désirable en mélangeant à chaque litre d'eau destinée à préparer les empois d'apprêt, 200 grammes du mélange :

Borax	6 parties.
Acide borique	5 —

Il va sans dire qu'après chaque lessivage l'ignifugation devra être renouvelée, quel qu'ait été le procédé utilisé à l'origine pour appliquer l'ignifuge.

L'application de cet apprêt ignifugeant ne gène en rien un repassage ultérieur.

* * *

L'ignifugation des bois servant de cadres aux décors, ou entrant dans la construction des praticables, accessoires, etc.. ne s'impose impérieusement qu'autant que ces bois n'atteignent pas une épaisseur d'au moins 0^m,05 (5 centimètres), sauf lorsqu'ils doivent être utilisés dans des établissements classés dans les catégories pour lesquelles les moyens énergiques de secours, propres à maîtriser rapidement un début d'incendie ne sont pas imposés.

Cette ignifugation peut être réalisée d'une manière absolument efficace par injection, dans la masse de bois et jusqu'au cœur, de solutions salines convenablement choisies (phosphates d'ammoniaque, chlorure de calcium, etc.).

Mais cette pratique rencontre d'assez sérieuses difficultés du fait que d'une part les bois traités, antérieurement à leur travail, acquièrent une dureté qui rend ce travail extrêmement difficile et que, d'autre part, l'imprégnation des bois déjà ouverts présente également des difficultés considérables.

Un procédé moins efficace que l'imprégnation à cœur, mais dont l'application produit néanmoins des résultats très satisfaisants, consiste à protéger la surface des bois par une épaisse couche de peinture ignifuge.

Une semblable peinture pourra, par exemple, être réalisée de la manière suivante :

1^o Dissoudre dans un demi-litre d'eau tiède 250 grammes de phosphate d'ammoniaque.

2^o Dissoudre dans un demi-litre d'eau chaude ou tiède 10 grammes de gélatine ou de colle de peau.

Mélanger les deux solutions, y ajouter 10 grammes d'ocre ou de vermillon et appliquer le mélange au pinceau, en couche épaisse, sur les bois à traiter.

Il est à signaler que l'usure et la désagrégation avec le temps de la couche protectrice seront annoncées par la disparition de la couleur due à l'ocre ou au vermillon. En ce cas on renouvellera l'application de la couche protectrice.

* * *

Les quelques formules ainsi que les divers procédés indiqués ci-dessus ne constituent pas les seuls moyens susceptibles d'être employés; mais l'efficacité de ces formules et procédés, la persistance de leurs effets, et aussi leur innocuité vis-à-vis

des décors, ayant fait l'objet de nombreuses et longues épreuves, de notre part, nous estimons que leur emploi permettra à ceux qui les utiliseront de réaliser l'ignifugation tout en se mettant à l'abri de surprises désagréables et c'est pourquoi nous en conseillons l'emploi.

*Le Directeur du Laboratoire Municipal,
Président de la Commission Technique
d'Électricité des Théâtres,*

KLING.

RÉGLEMENTATION DES INSTALLATIONS DE CINÉMAS PARLANTS

En attendant qu'une réglementation intervienne relativement aux installations de cinémas parlants et sonores, la *Préfecture de Police de Paris* recommande :

1^o De n'employer que des lecteurs sonores avec lesquels il ne soit pas possible de mettre le feu aux films lorsque ces derniers restent arrêtés devant la fenêtre sonore.

(C'est ainsi que les lecteurs sonores dans lesquels on projette *l'image* d'une fente sur le film sont moins dangereux que ceux qui concentrent un faisceau de lumière sur la piste sonore derrière laquelle une fente découpe un pinceau lumineux qui est envoyé ensuite plus ou moins agrandi sur la cellule.)

2^o Les circuits à tension élevée (supérieure à 110 volts) employés en général dans les amplificateurs de puissance ne doivent pas pouvoir entrer en contact avec les opérateurs.

Dans ce but, il ne devra y avoir aucun circuit apparent à portée de la main, ou s'il y en a, l'armoire ou le coffre qui les contient devront être pourvus d'un interrupteur *automatique* coupant le courant d'alimentation dès l'ouverture du coffre ou de l'armoire.

Cette précaution se justifie par l'emploi de tensions de plus en plus élevées admises sur les circuits de plaques des amplificateurs. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de rencontrer des tensions de plaques de 600 ou de 800 volts fournies par des transformateurs à circuit magnétique fermés, capables par conséquent de débiter des courants de plus d'un ampère, soit plus qu'il n'en faut pour tuer quelqu'un. Notons en passant que pour avoir une tension de plaque de 500 volts il faut un transformateur qui en fournit 2×500 avec le montage de la figure 32, c'est-à-dire *mille* volts. A titre d'exemple

nous rappellerons que les circuits de plaque des amplificateurs du *Gaumont-Palace* sont à la tension de 3000 volts sur le dernier étage, et qu'il a fallu pour les alimenter un transformateur donnant $2 \times 3000 = 6000$ volts entre ses bornes extrêmes, tension évidemment mortelle puisqu'elle est fournie par un transformateur à circuit magnétique fermé. Sur chacune des armoires contenant les amplificateurs il y a deux interrupteurs automatiques pour couper le courant d'alimentation dès l'ouverture des portes et supprimer ainsi tout danger.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

ENREGISTREMENT SONORE

PRÉAMBULE. — Exposé de la technique du cinéma parlant.....	5
CHAPITRE I. — Qu'est-ce que le son?	21
Ondes sonores.....	22
Longueur d'onde.....	23
Intensité des sons.....	25
Hauteur des sons.....	27
Timbre des sons.....	30
Sons amortis.....	33
Mesure du son, bel, décibel, etc.....	34
CHAPITRE II. — L'enregistrement électrique des sons.	37
Généralités sur l'enregistrement.....	37
Microphones.....	40
Microphone condensateur.....	42
Microphone électrodynamique.....	45
Mélangeur de sons.....	47
CHAPITRE III. — Les amplificateurs.	50
Principe.....	50
Lampe à trois électrodes.....	53
Alimentation des amplificateurs.....	59
Transformateur pour l'alimentation.....	60
Redressement par valves rectox, etc.....	65
CHAPITRE IV. — Les procédés d'enregistrement.	66
I. — Emploi des disques de cire.....	66
II. — Enregistrement sur film.....	72
a) Enregistrement à densité constante par oscillographie.....	74
b) Enregistrement à densité variable.....	81
1° Par lampe à flocer.....	81
2° Par galvanomètre à cordes.....	90
3° Par cellule de Kerr.....	96

CHAPITRE V. — Les prises de vue et de son	103
1 ^o Cabine d'enregistrement	106
2 ^o Central d'enregistrement	108
Camion d'enregistrement	108
CHAPITRE VI. — Protection des studios contre les bruits extérieurs	113
L'acoustique des studios	114
L'éclairage	116
Précautions contre l'incendie	118
Ventilation	119
CHAPITRE VII. — Développement des films et tirage des positifs	120
Décalage des impressions	125

DEUXIÈME PARTIE

LES APPAREILS DE REPRODUCTION

CHAPITRE I. — Lanternes de projection	127
Avantages de l'arc électrique	127
Fonctionnement des lampes à arc	129
Position des charbons	131
Système optique des lanternes de projection	135
L'objectif	138
CHAPITRE II. — L'appareil dérouleur de films	141
Croix de Malte	142
Cadre presseur	144
Obturateur	145
Cadrage	148
Refroidissement du film et appareils de sécurité	148
Cuve à eau	149
Souffleries et volets automatiques	150
CHAPITRE III. — La cellule photo-électrique	
Principe	152
Cellules au sélénium	155
La lecture sonore	159
1 ^o A travers une fente étroite	160
2 ^o Par éclairage direct de la piste sonore	164
3 ^o Par projection sur la piste de l'image d'une fente	165
Procédés divers	166
Bloc sonore	167
1 ^o Bloc sonore « Western Electric »	169
2 ^o Bloc sonore R. C. A	172

TABLE DES MATIÈRES 327

3 ^e Bloc sonore « <i>Radio-Cinéma</i> ».....	174
4 ^e Bloc sonore « <i>Thomsonor</i> ».....	177
5 ^e Bloc sonore « <i>Melodium</i> ».....	179
CHAPITRE IV. — La reproduction sonore par disques..	181
Qu'est-ce qu'un « <i>pick-up</i> »?	182
CHAPITRE V. — Les appareils de projection et de reproduction sonore.....	186
Montage mécanique.....	190
CHAPITRE VI. — Les amplificateurs.....	195
Danger des amplificateurs à grande puissance.....	198
Fader.....	203
Installations électriques dans les cabines sonores.....	205
CHAPITRE VII. — Les haut-parleurs.....	207
Haut-parleur électrodynamique.....	209
Écran.....	212
Résumé de l'étude du cinéma parlant.....	214
CHAPITRE VIII. — Conditions générales auxquelles doit satisfaire une salle de cinéma parlant moderne.....	220
Acoustique de la salle.....	221
Traitement acoustique d'une salle.....	222
Réalisation.....	224
Adaptation de salles existantes.....	227
Exemples de traitements.....	228
Résumé.....	229
CHAPITRE IX. — Les sources de courant électrique.	
Courants alternatifs.....	231
Courant continu.....	232
CHAPITRE X. — Les films.....	242
Fragilité des films.....	244
Réparation des films.....	245
CHAPITRE XI. — Entretien et mise en marche des appareils de reproduction sonore.....	248
Réparation de films sonores.....	262
Règlements administratifs concernant les théâtres et cinémas.	
Ordonnance préfectorale du 1 ^{er} janvier 1927.....	271
Ordonnance annexe concernant les installations électriques.....	311
Conseils pour réaliser l'ignifugation.....	319

Paris (France). — Imp. PAUL DUPONT (Cl.). — 42.9.32.
