

AUGMENTATION DU RENDEMENT LUMINEUX DES PROJECTEURS CINÉMATOGRAPHIQUES.

PAR F. C. MATHIEU,

Ingénieur E. T. P.,
Directeur des Établissements de Courbevoie de la Compagnie Radio-Cinéma.

SOMMAIRE. — *L'auteur décrit les modifications profondes apportées à la technique des projecteurs cinématographiques par des inventions récentes.*

Le début de l'article est un rappel des principes fondamentaux de cette technique spéciale qui pourrait être peu familière aux lecteurs habituels de cette revue.

Ces principes nouveaux ont trouvé des réalisations pratiques dans le matériel sortant en série des usines de la Compagnie Radio-Cinéma.

Il est intéressant de noter que, dans ce domaine, la technique française est nettement en avance sur toutes les réalisations étrangères.

Introduction.

Trente ans d'évolution et de perfectionnement des projecteurs cinématographiques pour film standard de 35 mm avaient amené une cristallisation de la technique sur un même type de mécanisme d'escamotage des images successives du film.

Ce type de mécanisme comporte essentiellement un cylindre denté d'entraînement du film d'un mouvement intermittent par une croix de Malte à quatre branches à attaque tangentielle (fig. 1). Le plateau primaire qui porte la croix d'attaque de la croix et la came de verrouillage sur l'arbre duquel est calé un volant, est

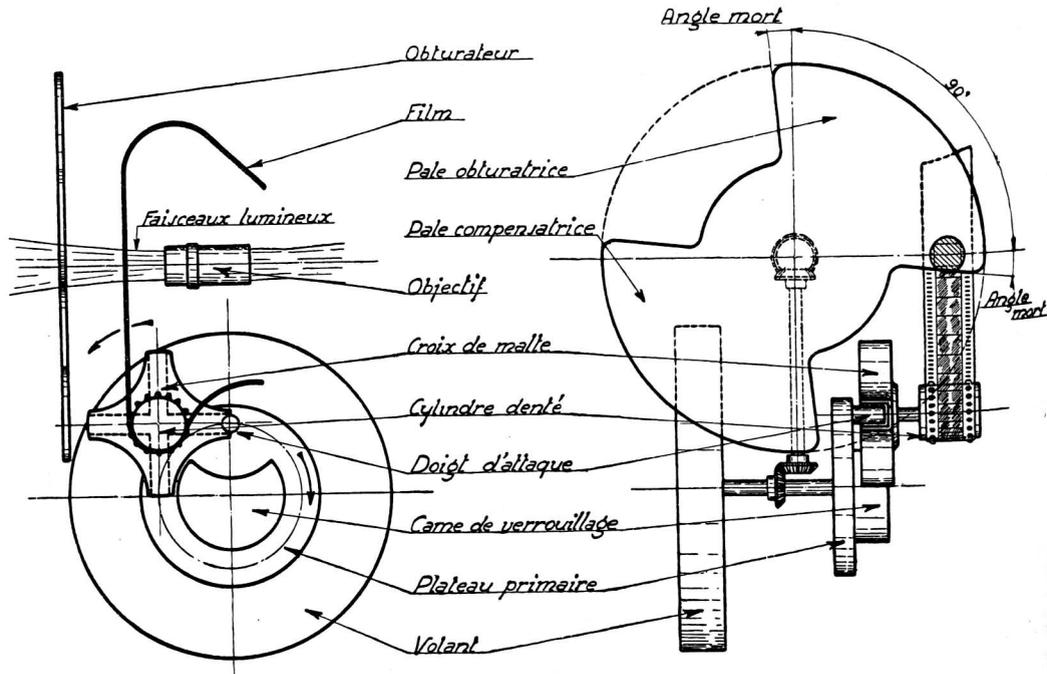


Fig. 1. — Dessin schématique du mécanisme de croix de Malte classique.

d'un mouvement de rotation uniforme. Un obturateur tournant d'un mouvement synchrone avec l'arbre primaire interrompt le faisceau lumineux de projection pendant l'escamotage de l'image. Pour éviter des phénomènes de scintillement, qui seront étudiés plus loin, l'obturateur comporte obligatoirement une deuxième pale obturatrice symétrique de la première par rapport à l'axe et de mêmes dimensions.

Les raisons qui ont rendu quasi universel ce genre de mécanisme dans les projecteurs cinématographiques pour film de 35 mm sont les suivantes :

- 1° Réalisation mécanique classique, robuste, silencieuse et qui peut être portée au très haut degré de précision exigé par la fixité de la projection;
- 2° Entraînement progressif du film (entrée tangentielle du doigt d'entraînement dans la rainure de la croix) particulièrement important pour vaincre sans dommage le frottement au départ du film dans son couloir et éviter les effets de choc sur le mécanisme (voir courbe 1, fig. 2);

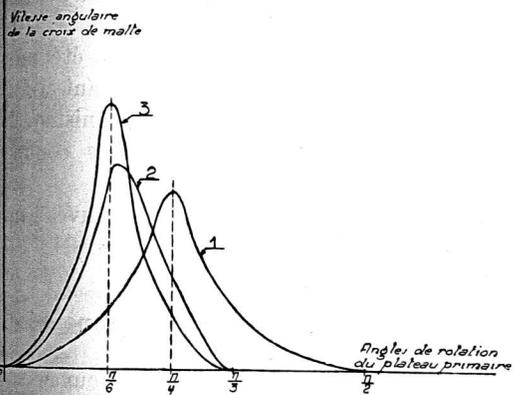


Fig. 2. — Courbes des vitesses des différents mouvements.

- 3° Maintien en tension du film après escamotage grâce à la came de verrouillage de la croix de Malte;
- 4° Participation du frottement d'enroulement sur le cylindre à l'entraînement du film, évitant une grande partie de la contrainte imposée par les dents sur les perforations (par opposition aux systèmes à griffe qui demandent tout l'effort aux perforations du film).

En exploitation depuis de nombreuses années, le mécanisme à croix de Malte s'est révélé comme le meilleur pour l'entraînement du film cinématographique. Il n'est certainement pas en cause (lorsque correctement réalisé, manipulé et entretenu) dans la limitation de la durée d'utilisation possible des copies de film.

Cependant, ce genre de mécanisme ne permet au projecteur qu'un rendement lumineux maximum théorique de 50 %, en pratique de 42 à 47 %. Ceci tient aux nécessités de l'obturation correcte de la lumière pour ne pas donner naissance aux phénomènes de « filage » et de scintillement.

En effet, si l'on considère un cycle complet de rotation de l'arbre primaire, on voit, en se reportant à la figure 1, que l'escamotage de l'image se produit pendant un quart de tour du plateau porte-doigt.

Pendant ce quart de tour, le film étant en mouvement, l'image ne doit pas être projetée, d'où la nécessité d'avoir une pale obturatrice pour interrompre la lumière.

La dimension angulaire de cette pale dépend de la section du faisceau lumineux au droit de l'obturation et serait de 90° si la section du faisceau était infiniment petite devant le rayon de l'obturateur.

Filage.

Si la pale obturatrice ne couvre pas tout le faisceau lumineux au moment du déplacement du film, on voit apparaître sur l'écran le phénomène de « filage » particulièrement sensible aux lignes de séparation des forts contrastes (titre blanc sur fond noir, par exemple) et qui se traduit par une sorte de bavure plus ou moins prononcée des blancs sur les noirs, d'où la nécessité d'augmenter la pale obturatrice de deux angles dits « angles morts » (fig. 1).

En pratique, grâce à l'attaque tangentielle de la croix de Malte qui produit des déplacements très petits au début de la course, on peut se contenter d'un affaiblissement suffisant du faisceau lumineux, au lieu d'une obturation totale, au moment où le mécanisme intermittent se met en mouvement. C'est ce qui explique que certains projecteurs ont une pale obturatrice peu supérieure à 90°.

Scintillement.

Il semblerait *a priori* que la projection doit être correcte lorsque le projecteur est muni d'une pale obturatrice convenable, mais ici intervient une autre condition imposée par les propriétés physiologiques de l'œil humain.

La cadence de défilement étant de 24 images par seconde, si l'obturateur ne comportait qu'une pale, la lumière de la projection serait modulée à 24 p/sec, or, à cette fréquence, si la persistance rétinienne est suffisante pour assurer l'impression de continuité du mouvement, par contre l'inertie à la sensation d'intensité lumineuse est insuffisante.

L'œil interprète un phénomène de scintillement comme si la lumière était pulsée en intensité et non simplement constituée d'éclats successifs égaux. L'expérience montre qu'il faut une fréquence voisine de 40 obturations par seconde [sous certaines conditions de brillance de l'écran (1)] pour que l'œil moyen ait une impression d'éclaircissement fixe. De là, la nécessité, puisque la cadence des images est imposée, d'utiliser une deuxième pale d'obturateur, appelée pale compensatrice, pour que la lumière soit modulée à une fréquence de 48 (à noter qu'au temps du film muet où la cadence d'escamotage était de 16 images par seconde, les obturateurs étaient munis de 3 pales).

On pourrait, évidemment, au lieu d'utiliser un obturateur à deux pales, utiliser un obturateur à une seule, de dimension angulaire double et en tournant à une vitesse angulaire double de celle de l'arbre primaire. Ceci présenterait même un certain avantage puisque les angles morts se trouveraient divisés par deux; mais, en pratique, l'inconvénient d'un obturateur tournant à vitesse double, c'est-à-dire 2880 t/mn au lieu de 1440, fait renoncer à ce faible avantage.

On conçoit que la pale compensatrice doit être égale à la pale obturatrice proprement dite et symétrique par rapport à l'axe, sinon l'œil interpréterait encore un phénomène de scintillement correspondant à la différence des deux pales qui se manifesterait à 24 p/sec. L'expérience montre que la tolérance sur l'inégalité des pales est extrêmement faible et qu'il est impossible de jouer sur ce facteur pour améliorer le rendement.

Rendement lumineux.

Pour un projecteur satisfaisant aux conditions imposées par l'absence de filage et de scintillement, le rendement intrinsèque imposé par l'obturation, et abstraction faite des optiques, peut s'exprimer par le rapport des temps d'exposition de la lumière par cycle au temps total d'un cycle ou plus simplement par le rapport de la somme des angles d'ouverture entre les pales de l'obturateur et 360°. Comme il a été dit plus haut, la valeur maximum théorique de ce rapport, si les angles morts étaient nuls, serait de

$$\frac{90^\circ + 90^\circ}{360^\circ} = 0,5;$$

(1) L'influence de la brillance de l'écran sur le phénomène de scintillement sera développée plus loin avec l'étude des caractéristiques propres à l'escamotage accéléré.

il est en réalité, pour les meilleurs projecteurs mouvement de croix de Malte classique, de 0,47, c'est-à-dire que les pales d'obturateur ont environ 95° chacune.

Cette faible valeur du rendement du projecteur devant la nécessité sans cesse croissante de projecteurs plus lumineuses, soit pour le film en couleur, soit pour l'équipement de salles de plus en plus grandes, a poussé tous les constructeurs à des recherches continues et de nombreux brevets ont été déposés en France, Angleterre, Allemagne, États-Unis.

La plupart de ces brevets sont déjà anciens et n'ont aucune application pratique sur le plan industriel. Ce ne s'est manifestée avant le lancement de la Compagnie Radio-Cinéma du projecteur « Radio-Cinéma ».

Le premier brevet [2] couvrant ce type de projecteur a été déposé au début de 1939. Des prototypes ont été présentés à un concours organisé par l'Administration des Beaux-Arts pour le développement de projection sonore du Palais de la Culture en août de la même année. La mise au point définitive et la réalisation en série ont été retardées par les hostilités et la contrainte imposée à l'industrie française par l'occupation allemande. Un certain nombre de projecteurs ont cependant été réalisés en service jusqu'à la Libération permettant ainsi de vérifier les qualités du nouveau mécanisme et de préparer la fabrication en série qui a commencé au cours de l'année 1945.

Le principe et la réalisation de ce nouveau type de projecteur sont décrits ci-après :

Croix de Malte à accélérations compensées

L'accélération pure et simple du mouvement de croix de Malte et la réduction corrélative du temps d'obturateur pour augmenter le rendement lumineux a été souvent proposé, mais n'a pas donné de réalisations pratiques pour les raisons suivantes :

1° Détérioration des perforations et même du film. En effet, les efforts dangereux sur le film se produisent principalement au moment du départ du frottement au départ comme il a été dit plus haut;

2° Complication et réalisation délicate du mécanisme;

3° Bruit inacceptable et usure trop rapide.

Le mécanisme du projecteur Radion, réalisé par la Compagnie Radio-Cinéma, procure le rendement recherché sans présenter les inconvénients mentionnés ci-dessus grâce à deux dispositions essentielles.

La première disposition consiste à ré-

courbe des vitesses de la croix de Malte dissymétrique par rapport à son maximum (courbe 2, fig. 2). Mécaniquement cette dissymétrie est obtenue de la façon suivante :

Le plateau porte-doigt d'attaque de la croix de Malte, appelé jusqu'ici plateau primaire, n'est plus calé directement sur l'arbre du volant, mais entraîné au moyen d'un système de doigt et coulisse qui lui imprime une vitesse successivement accélérée et retardée par cycle du volant (fig. 3). Ce plateau

sera donc dénommé par la suite plateau intermédiaire.

De plus les axes de croix de Malte, de plateau intermédiaire et du volant primaire, ne sont pas placés sur un axe de symétrie du mécanisme.

Il en résulte que le maximum de l'accélération du plateau intermédiaire ne coïncide pas avec le maximum de vitesse de la croix de Malte et de ce fait la courbe de la vitesse résultante est dissymétrique (courbe 1, fig. 3).

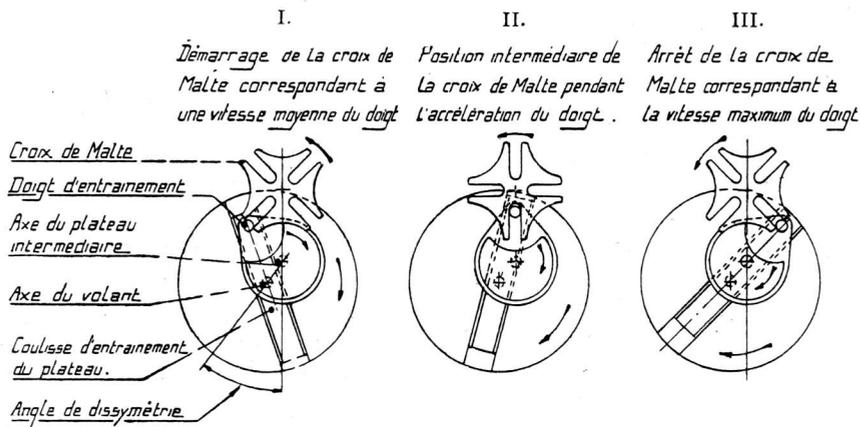


Fig. 3. — Schéma de trois positions du mouvement de croix à accélérations compensées.

La figure 3 donne trois positions caractéristiques de ce mécanisme et permet de se rendre compte que :

- 1° La vitesse du plateau intermédiaire (position 1) est à peine supérieure à la vitesse moyenne au moment où le doigt attaque la croix de Malte;
- 2° La vitesse maxima de la croix de Malte (position II) est, elle aussi, peu augmentée et dans tous les cas considérablement inférieure à ce qu'elle serait pour un mécanisme accéléré sans dissymétrie et donnant le même angle d'escamotage (courbe 3, fig. 2);
- 3° La vitesse du plateau intermédiaire est maximum au moment de la sortie du doigt (position III, fig. 3), ce qui est sans inconvénient pour le mécanisme et surtout pour le film.

En effet, il n'y a aucune objection à raccourcir le temps de ralentissement puisqu'il ne se traduit par aucun effort supplémentaire sur le film, ce dernier, par suite de sa très faible inertie et du frottement relativement grand dans les glissières tendant à s'arrêter encore plus vite.

En résumé, on peut dire que le nouveau mécanisme écourte l'escamotage en gagnant la majeure

partie du temps sur la phase de ralentissement de la croix de Malte (1).

C'est là le facteur caractéristique de la première disposition du nouveau mécanisme.

La deuxième disposition particulière permet concurremment avec la première, la réalisation pratique du mécanisme proposé.

(1) En faisant varier l'excentration du plateau primaire par rapport au plateau intermédiaire et éventuellement en faisant varier l'angle de dissymétrie, on obtiendrait toute une famille de courbes de vitesse du mouvement de croix de Malte. Théoriquement si l'on fait abstraction de la fatigue imposée au film ou au mécanisme, le temps d'escamotage pourrait être rendu très petit. En pratique des essais très poussés ont permis de constater que le mécanisme Radion permettrait, dans les meilleures conditions de sécurité pour le film et pour le mécanisme, de réaliser un projecteur avec obturateur à pales de 45°.

Toutefois en lançant ce projecteur en série sur le marché, Radio-Cinéma ne pouvait s'exposer à un interdit des Sociétés de location de films, qui auraient pu s'effrayer à tort de voir détériorer les copies de films en exploitation. C'est pour cette raison que le temps d'escamotage n'a été réduit que dans la proportion qui ne modifiait pas les contraintes imposées au film sur un projecteur normal. Dans ces conditions les pales d'obturateur ont été réduites à 60° correspondant à un rendement lumineux de 0,7.

Avant de la décrire, il est nécessaire de rappeler que les projecteurs à croix de Malte ont été conçus et réalisés pour une cadence de défilement de 16 images par seconde, à l'époque du film muet. Les nécessités du film parlant ont fait adopter une cadence de 24 images par seconde, soit 50 % plus élevée, ce qui amenait déjà ce genre de mécanisme à une limite pratique d'utilisation.

En effet, à la cadence de 24 images par seconde, la croix de Malte et son cylindre doivent en $\frac{1}{96}$ sec passer de l'arrêt à la vitesse de 3500 t/mn, puis à l'arrêt.

Il en résulte entre le volant régulateur et l'équipage intermittent, croix de Malte-cylindre denté, des échanges d'énergie cinétiques importants et quasi instantanés représentant sur le doigt d'attaque des efforts considérables et sur les paliers des réactions du même ordre. De même l'arbre du volant est soumis à des efforts alternatifs importants de torsion créant des phénomènes de fouettement élastique dangereux.

Or, toute augmentation de la vitesse d'escamotage de ce mouvement se traduit par une augmentation des efforts sur les divers organes dans le rapport des carrés des vitesses.

Le bruit augmente très rapidement par suite des chocs provenant des jeux indispensables au bon fonctionnement et de la rupture des films d'huile dans les paliers du volant et de la croix de Malte.

Dans le nouveau mécanisme, cette augmentation des efforts est déjà atténuée par la disposition dissymétrique qui fait une compensation dans une certaine mesure de l'accélération positive du plateau intermédiaire par l'accélération négative de la croix de Malte après passage au maximum de vitesse de cette dernière.

Toutefois, cette compensation n'est pas en elle-même suffisante pour éviter les efforts dangereux avec le bruit et l'usure prématurée du mécanisme qui en résultent. C'est la deuxième disposition décrite ci-après qui donne la solution complète du problème.

La figure 4 montre la réalisation mécanique correspondant au mécanisme à accélérations compensées représenté schématiquement suivant trois positions dans la figure 3.

Dans l'examen de cette figure il faut attirer l'attention sur la position et la forme spéciales du volant qui, en quelque sorte, enveloppe le mécanisme accélérateur (plateau intermédiaire) et la croix de Malte.

On notera de même la position de l'arbre qui porte

le plateau intermédiaire et le doigt unique qui, par une extrémité, reçoit son impulsion du coulisseau entraîné par le volant et, par l'autre, attaque la croix de Malte.

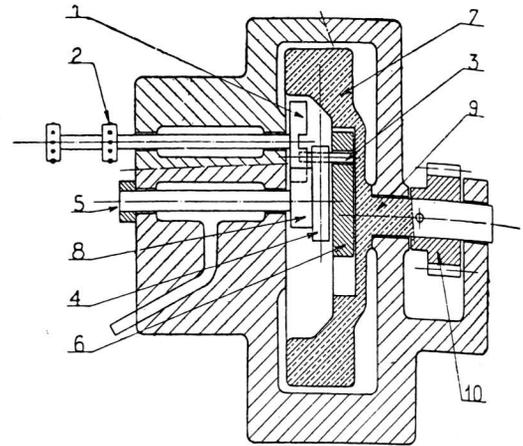


Fig. 4. — Coupe du mécanisme Radion.

- 1, croix de Malte; 2, cylindre denté; 3, doigt d'attaque; 4, plateau intermédiaire; 5, arbre du plateau intermédiaire; 6, coulisseau; 7, volant; 8, came de verrouillage; 9, arbre du volant; 10, pignon de commande du mécanisme.

Ces particularités, propres au nouveau mécanisme, éliminent ou rendent négligeables les causes des efforts et réactions dangereuses qui ont été énumérées plus haut. En effet :

1° Lorsque le doigt attaque la croix de Malte, tout se passe comme si, brusquement, un obstacle s'opposait à la rotation du volant. La force vive emmagasinée dans ledit volant développe alors un couple dont une des forces transmet par le doigt l'énergie nécessaire à la rotation de la croix de Malte, et l'autre, passant par l'axe du volant, tend à provoquer une réaction sur le palier de rotation. La figure 5, qui reproduit schématiquement les conditions de la figure 1 et de la figure 4, montre, sur le schéma (a), que le palier encaisse tout l'effort développé par la composante du couple, alors que sur le schéma (b) la même composante du couple passant pratiquement par le centre de gravité de volant est encaissée par l'inertie propre de celui-ci qui s'oppose ainsi à un choc brutal sur le palier (4).

2° Les échanges d'énergie cinétique entre le volant et l'équipage intermittent ne se faisant plus par l'intermédiaire de l'arbre du volant, ce dernier

(4) Pour la simplification de la démonstration, le schéma de la figure 5 ne comporte pas le mécanisme accélérateur ce qui ne change pas la position des réactions intéressantes sur le volant.

est plus soumis à des efforts alternatifs de torsion et, de ce fait, les phénomènes de fouettement élastiques sont éliminés;

3° Le doigt unique fait que le plateau intermé-

diaire n'a aucune énergie à transmettre. Il se comporte comme un simple guide. Au moment de l'entraînement de la croix, il se produit bien un couple dont les forces sont appliquées au voisinage

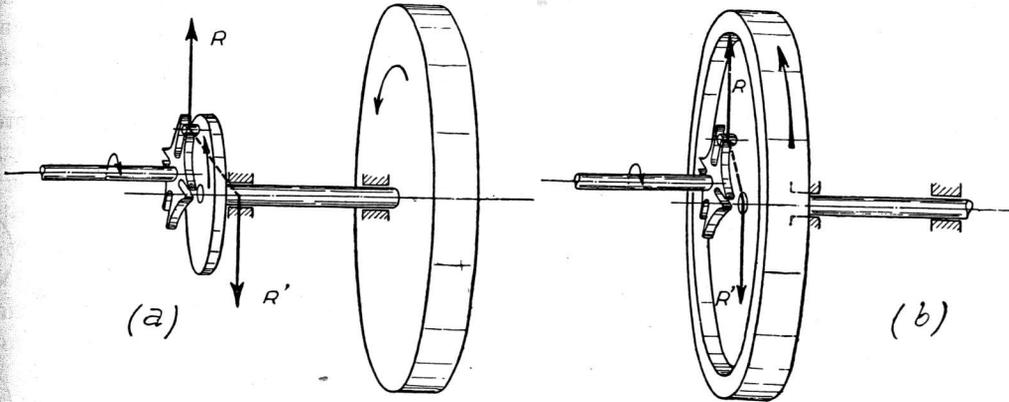


Fig. 5. — Schéma des réactions sur les paliers de l'arbre du volant.

de deux extrémités de ce doigt, mais le moment de ce couple est très faible devant le moment du couple antagoniste qui se produit sur les paliers de l'arbre

projecteur, on trouve que le gain de rendement est de

$$\frac{0,70 - 0,47}{0,47} \times 100 = 50 \%$$

B. Élimination du scintillement d'éblouissement.

Au début de cet article il a été mentionné, à propos du scintillement, qu'un minimum de la fréquence des obturations était nécessaire pour donner l'impression d'un éclairage continu de la projection, mais cette condition n'est pas suffisante.

L'expérience montre que le scintillement peut réapparaître soit en augmentant la brillance de l'écran, soit en rapprochant l'observateur de celui-ci. Ces deux cas sont bien connus et sont observés fréquemment au cours d'une projection de films comportant des vues très lumineuses telles que paysages de neige ou marines.

Pour expliquer ce phénomène il faut étudier les propriétés physiologiques de l'œil du point de vue éblouissement et persistance rétinienne.

Des observations systématiques faites au laboratoire d'étude de la Compagnie Radio-Cinéma ont permis de définir des caractéristiques généralement peu connues à l'œil humain.

C'est ainsi qu'on a observé que la « macula » ou tache jaune de l'œil, partie centrale de la rétine correspondant à la vision distincte des images, présente une persistance moyenne de 1/14^e de seconde environ, alors que le champ extrême de la rétine a une persistance de l'ordre de 1/50^e de seconde,

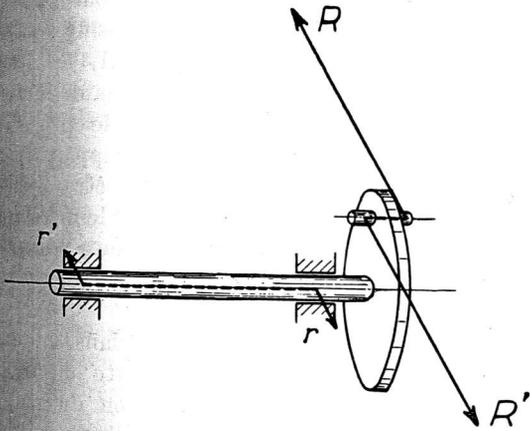


Fig. 6. — Schéma des réactions sur l'arbre intermédiaire.

intermédiaire, ce qui fait que les réactions sont négligeables (fig. 6).

CARACTÉRISTIQUES PROPRES A LA PROJECTION PAR MÉCANISME ACCÉLÉRÉ.

A. Accroissement du rendement lumineux.

Le gain de rendement lumineux vient naturellement en tête des avantages. Si l'on se reporte aux chiffres indiqués plus haut, d'une part pour les projecteurs classiques, d'autre part pour le nouveau

la décroissance de la persistance étant à peu près dans le même rapport que la décroissance de la sensibilité (1).

D'autre part, l'éblouissement instantané qui se traduit par une diminution de la sensibilité de la macula lorsqu'on augmente la brillance de l'image observée affecte peu le champ secondaire de la rétine grâce à sa faible sensibilité.

Il résulte de ces deux observations que tant que la brillance instantanée de l'image est insuffisante pour provoquer l'éblouissement de la macula et conséquemment réduire sa sensibilité, le scintillement ressenti par le reste du champ de l'œil reste imperceptible.

De même, tant que l'écran observé est assez lointain pour que son image ne couvre qu'une partie assez peu étendue de la rétine, le scintillement n'apparaît pas même pour une brillance provoquant un éblouissement sensible de la macula.

Par contre, si l'observateur se rapproche de l'écran de telle sorte que l'image couvre presque entièrement le champ de l'œil, le scintillement deviendra intolérable même dans le cas d'une faible brillance de l'image.

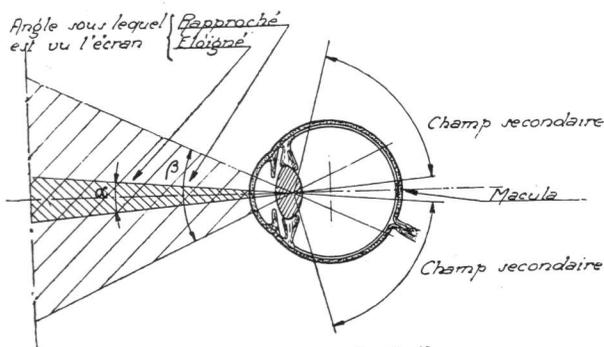


Fig. 7. — Coupe de l'œil.

Ceci provient de ce que le flux lumineux qui atteint le champ secondaire de l'œil est assez grand pour compenser la différence de sensibilité relative

(1) Cette propriété essentielle permet le déclenchement rapide du réflexe de fermeture de la paupière dans le cas où un objet se déplaçant sur un axe hors du champ de vision distincte se dirige à grande vitesse vers l'œil.

On peut vérifier aisément la variation de la persistance en déplaçant du centre du champ de l'œil vers le bord, une lampe à incandescence alimentée en courant alternatif 25 p. Tant que la lampe reste dans le champ de vision distincte ou au voisinage de celui-ci, la lumière paraît continue. Dès que la lampe s'écarte vers la limite du champ secondaire, sa sensation de lumière fixe disparaît pour faire place au scintillement. Or, une lampe alimentée en 25 p donne une composante de lumière modulée à 50 p, ce qui permet d'apprécier la fréquence limite pour la persistance du champ secondaire de l'œil.

entre cette partie du champ et la partie centrale (fig. 7).

Ces conditions limites de l'apparition du scintillement sont presque toujours atteintes dans les salles de spectacle, c'est ce qui donne un grand intérêt au nouveau mécanisme qui les recule dans des proportions telles qu'elles ne peuvent presque jamais être atteintes.

L'explication de cette constatation se déduit facilement des deux oscillogrammes reproduits sur la figure 8.

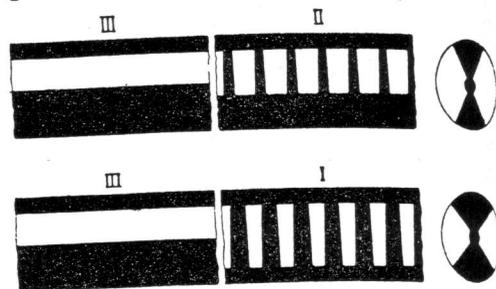


Fig. 8. — Oscillogrammes de la lumière.

En effet, si l'on compare les oscillogrammes I et II on remarque que la brillance instantanée pour un même éclairage moyen interprété par l'œil est bien plus faible dans le cas du mécanisme accéléré. De plus, dans l'oscillogramme n° II, les temps d'ombre sont plus courts que les temps de lumière.

Si la brillance instantanée pour le projeté classique a été choisie au seuil de l'apparition du scintillement, on conçoit qu'il doit être possible d'amener la brillance instantanée pour le mécanisme accéléré à la même valeur pour se trouver dans les mêmes conditions. On pourrait donc augmenter de 33 % la brillance moyenne.

En réalité on peut l'augmenter dans une grande proportion, car la composante de scintillement est réduite par la diminution du rapport des temps d'ombre aux temps de lumière. Ce dernier point n'est pas surprenant puisque, à la limite, c'est-à-dire en réduisant de plus en plus les temps d'obturation on arriverait à la brillance continue sans faire appel à la persistance rétinienne.

C. Diminution de la fatigue de l'œil.

Il est bien connu que nombre de personnes peuvent supporter une projection cinématographique prolongée sans ressentir des maux de tête plus ou moins violents.

Ces maux de tête sont évidemment consécuteurs à une fatigue anormale de l'œil. On pourrait trouver plusieurs motifs à cette fatigue, mais il semble

que le facteur dominant soit la contrainte imposée à l'iris. En effet, l'iris tend à s'opposer à l'éblouissement de la rétine et son réflexe est commandé par la brillance des sujets observés.

Or, dans le cas de la projection cinématographique, ce réflexe de l'iris est constamment excité par la brillance des éclats lumineux successifs.

Bien entendu l'inertie propre à cet organe ne lui permet pas de suivre la fréquence des pulsations de la lumière; néanmoins l'excitation reste proportionnelle au rapport de la brillance instantanée à la brillance moyenne ou, ce qui revient au même, au rapport des temps d'ombre aux temps de lumière, et c'est cette excitation qui provoque la fatigue.

On voit ici l'intérêt du nouveau mécanisme qui réduit dans une proportion importante la valeur de ces rapports et diminue de ce fait la fatigue imposée à l'œil.

D. Influence sur la qualité photographique des images projetées.

Ce dernier point ne peut être basé que sur une observation subjective : il a été remarqué que les images projetées par un projecteur Radion, particulièrement celles présentant de forts contrastes, sont nettement meilleures que celles projetées à l'aide d'un projecteur classique.

Il faut y voir une conséquence de la diminution de l'éblouissement instantané produit par les parties très claires de l'image relativement à l'éblouissement nul correspondant aux parties très sombres.

Conclusion.

Le problème de l'accélération de l'escamotage des images dans la projection cinématographique peut être considéré comme complètement résolu. Grâce aux résultats des études techniques effectuées la solution n'est plus seulement à envisager sur le plan théorique, mais sur le plan industriel, puisque de nombreux appareils munis de ces perfectionnements (*fig. 9*) et fabriqués en série dans les Ateliers de la Compagnie Radio-Cinéma, sont déjà en service dans un certain nombre de salles de cinéma, parmi les plus importantes de France.

La simplicité et la robustesse du mécanisme réalisé peuvent être appréciées sur le cliché de la figure 10, qui montre les organes essentiels que l'on identifiera facilement en se reportant aux schémas théoriques des figures précédentes.

Dans un avenir qu'il n'est pas possible de prévoir, il n'est pas douteux que les grandes firmes étrangères

spécialisées dans la fabrication de projecteurs, mettront au point des dispositifs d'accélération de l'escamotage, mais pour le présent il est satisfaisant

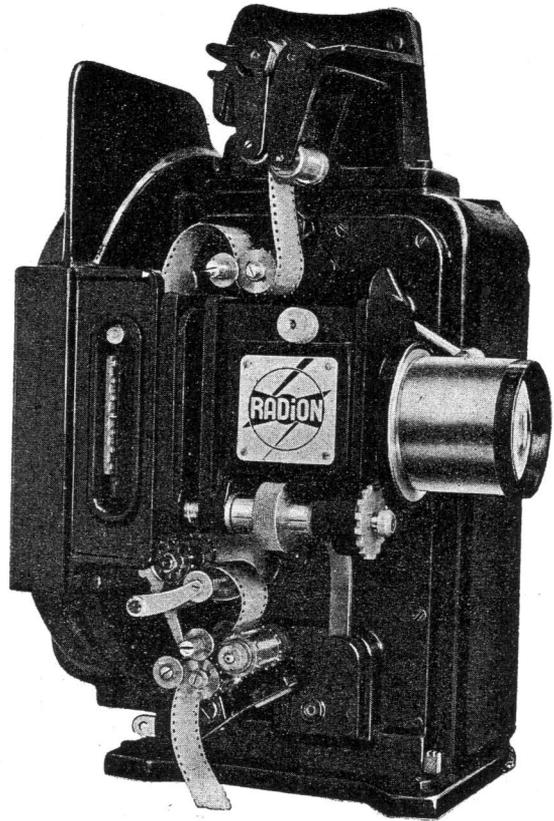


Fig. 9. — Cliché du projecteur Radion.

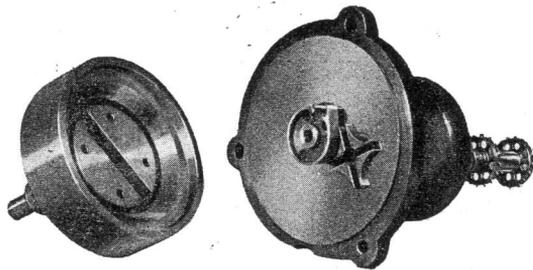


Fig. 10. — Cliché du mécanisme Radion démonté.

de noter que notre pays a repris la tête dans une technique d'origine essentiellement française.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Brevet américain 1^{er} décembre 1903 (inv. Cannock).
Brevet anglais n° 294.543 (inv. Rouiller).
Brevet anglais n° 104.869 (inv. Menard).
2. Brevet français n° 856.260 au nom de la Compagnie Radio-Cinéma (inv. F. C. Mathieu).

ANNALES

DE

RADIOÉLECTRICITÉ

COMPAGNIES FRANÇAISES ASSOCIÉES DE T.S.F.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE T.S.F.
 SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIOÉLECTRIQUE
 LA RADIOTECHNIQUE
 SOCIÉTÉ INDÉPENDANTE DE T.S.F.
 COMPAGNIE RADIO FRANCE
 COMPAGNIE RADIO MARITIME
 COMPAGNIE RADIO ORIENT
 COMPAGNIE RADIO CINÉMA
 LA STÉATITE INDUSTRIELLE
 SOCIÉTÉ DES TRAITEMENTS ÉLECTROLYTIQUES

79, Boulevard Haussmann, PARIS

SOMMAIRE

M. PONTE. — Sur des apports français à la technique de la détection électromagnétique.	171
P. NICOLAS. — Oscillations caractéristiques des solides conducteurs et des cavités électromagnétiques.	181
A. GUERBILSKY. — Exposé simplifié de quelques points principaux de la théorie des quadripôles.	191
R. CHAMPEIX. — La mesure des différences de potentiel de contact et du courant de saturation dans les tubes à vide utilisant des cathodes à oxydes.	208
NGUYEN THIEN-CHI. — Mesures de précision des paramètres cristallins par les rayons X.	236
F. VIOLET et R. LECUIR. — L'évolution de la technique des céramiques dans les Laboratoires de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil (C. S. F.). Procédés C. S. F. pour la préparation des céramiques de haute précision.	242
F. C. MATHIEU. — Augmentation du rendement lumineux des projecteurs cinématographiques.	256
H. GRUMEL. — Matériel d'émission destiné à la Marine marchande.	264
Informations	274
Errata aux <i>Annales de Radioélectricité</i> , n° 2.	276

La reproduction des Mémoires et figures publiés dans les *Annales* est autorisée moyennant l'indication complète d'origine.

Les *Annales de Radioélectricité* ne sont pas mises en vente dans le commerce.