

therefore, the image construction may be said to resemble that of the parallax panoramagram.

In the sketch, Fig. 13., P represents, to a greatly exaggerated scale, an element of a panoramic parallax stereogram being viewed through a single lenticulation of a grid G. The observer's left and right eyes respectively are denoted by L and R. The aspects represented by the element, the width of which is D, vary from extreme « rightwards » at R' to extreme « leftwards » at L'. Now, the points r' and V on the element which are visible to respectively the right and left eyes of the observer, are separated by a much smaller distance d. Further, matters are so arranged that, from the average viewing distance, the value of d approximates to $\frac{DE}{S}$ where E is the normal interocular distance, and S the effective stereoscopic base of the photographic apparatus, all dimensions being in the same units. As a result, the disparity between the aspects presented by the points r' and V is appropriate for the production of correct stereoscopic relief.

I can readily be shown that with a system of the type under discussion the orthoscopic viewing zones are approximately $(\frac{S}{E} - 1)$ times as wide as the pseudoscopic viewing zones. For cinematographic purposes a convenient value for S is in the neighbourhood of 20 ins., this resulting, as will be evident, in an orthoscopic/pseudoscopic ratio of about 7/1, which may be regarded as a satisfactory value.

That then motion picture industry will eventually change over to auto-stereoscopy is beyond doubt, although, naturally, it is impossible to predict the precise nature of the various evolutionary stages through which it will pass. It seems, nevertheless, reasonable to believe that a system based on the principle of the panoramic parallax stereogram, preferably allied to a four-track stereophonic system such as that now in use at the Telekinema, would meet the industry's requirements for a good many years.

Small-scale projection tests with the panoramic parallax stereogram have already proved completely successful, and no unforeseen difficulty is likely to arise in adapting the system for projection on an full-size cinema screen. The manufacture of the necessary large lenticular grids need not be regarded as a major problem for two main reasons. First, as only a single layer of lenticulations is required, the composition of the grids is basically of a simple nature. Second, owing to the nature of the panoramic parallax stereogram image, the pitch of the lenticulations can be comparatively coarse, this factor contributing further towards simplicity of manufacture. A method of producing suitable large grids from a number of small units is at present being devised.

In connection with this matter generally, it is of interest to note the following comments by Mr. R. Howard

Cricks in the issue of the « Ideal Kinema » dated 16th August, 1951:

« Mr. Dudley has now demonstrated to me on a small scale that this » (i. e., projection of panoramic parallax stereograms) « is possible, by the projection of a three-dimensional image on a small screen... Advance details of this system have been given me by him, and my opinion is that it could be adapted just as easily as the present polarized light system to any cinema, with a certain adjustment of the seating. In the Russian Ivanoff system probably one-third of the seating area is unusable; in the new system the only requirement is that the gangways should be suitably positioned.

« Further details of the system cannot be divulged until the patents are accepted. I do feel, however, that in this system we have the first practical and commercial method of cinema stereoscopy ».

From the foregoing it will be evident that the major obstacles to general adoption of auto-stereoscopy in the cinema have at last been overcome. It now remains for the industry to take advantage of the vast potentialities of the new technique and to transform them into reality.

Much of the material contained in the present paper is based on information from the author's article « Stereoscopy in the Telekinema and in the Future » which appeared in the June, 1951 issue of « British Kinematography ». The author is, therefore, indebted to the British Kinematograph Society for their courtesy in permitting this material to be re-published herein. He also wishes to thank Messrs. Macdonal & Co. (Publishers) Ltd. for their permission to include some data from his recently published book, « STEREOPTICS ».

REFERENCES

1. « British Kinematography », 14, No. 5, May, 1949, p. 137; « Functional Photography », Dec, 1950, p. 12, Jan., 1951, p. 18.
2. « Faraday House Journal », Lent Issue, 1937.
3. « Tech. Ciné. », Mar. 31, 1949, p. 57.
4. « British Kinematography », 17, No. 1, July, 1950, p. 3.
5. « British Kinematography », 18, No. 5, May, 1951, p. 142.
6. « British Kinematography », 19, No. 2, August, 1951, p. 51.

Le "Cyclostéréoscope", procédé de cinéma en relief à vision collective directe sans lunettes

par Fr. SAVOYE
Inventeur

On sait que la perception du relief est due à l'observation d'un point situé dans l'espace, observé simultanément sous un angle différent par chacun des deux yeux du spectateur, la base de cet angle étant constituée par l'écart oculaire. L'exploration successive par chacun des yeux de points différents situés dans l'espace permet d'apprécier leur relief et leurs distances relatives dans l'espace considéré.

La stéréoscopie permet de reconstituer, par l'intermédiaire de la photographie, la sensation d'espace et de relief par l'observation simultanée de deux vues prises suivant une base convenable, chaque œil n'observant que la vue qui lui est destinée, à l'aide d'un stéréoscope.

LES PROJECTIONS EN RELIEF

Il existe actuellement deux méthodes:

1er - les filtres individuels.

Ces filtres sélectionnent les images projetées, afin que chaque œil ne voie que l'image qui lui est destinée. On a eu recours à des filtres utilisant des couleurs complémentaires dans les anaglyphes, (orange et vert, et bleu et jaune), mais ces procédés ont l'inconvénient d'exclure les projections d'images en couleurs; de plus, ils fati-

guent la vue et interdisent de ce fait les projections de longue durée.

Actuellement on cherche à vulgariser un procédé qui utilise des filtres pour lumière polarisée, mais en dépit des perfectionnements apportés, l'absorption de lumière est trop considérable, et la fatigue de la vue qu'ils entraînent empêchent des projections de longue durée. C'est pourquoi il n'a jamais été possible de réaliser des films stéréoscopiques de long métrage. Signalons, en outre, que les spectateurs dans leur ensemble répugnent à porter des lunettes qu'ils jugent inconfortables.

Pour conclure, nous dirons que les procédés à filtres individuels de sélection, si ingénieux soient-ils, ne peuvent être utilisés pour la vulgarisation du cinéma en relief.

2ème - Le cinéma en relief à vision collective directe.

Après les filtres individuels, la deuxième méthode consiste à utiliser un système d'écran muni d'un sélecteur collectif à travers lequel chacun des yeux des spectateurs ne voit que l'image qui lui est destinée.

De nombreux inventeurs ont d'abord cherché à utiliser le système des trames à réseaux statiques dont l'origine remonte au Français BERTHIER, en 1896.

Des variantes furent réalisées par IVES de Philadelphie en 1903, et par ESTANAVE, en France, en 1906. Ces trames étaient constituées par un réseau de li-

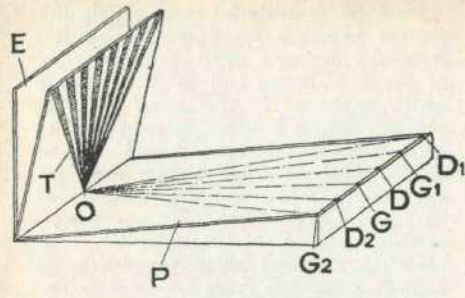


Fig. 1.

La grille T inclinée, par rapport à l'écran E, a des fentes radiales qui convergent vers leur point de rencontre O. Le projecteur placé en G2 détermine des zones d'observation G1D1 - G2D2 qui convergent vers le point O.

gnes opaques parallèles. Elles furent d'abord utilisées en photographie en relief à vision directe. Ces trames qui devaient rester pratiquement invisibles, étaient constituées par 20 à 30 traits au centimètre. Pour diminuer l'absorption importante de lumière, on substitua des dioptrés parallèles aux traits opaques.

Signalons que Maurice BONNET de Paris utilise actuellement des *secteurs gaufrés* de 4/10ème de millimètre de large qui permettent d'obtenir des photographies en relief remarquables sous un angle de 16°. Chaque dioptré peut enregistrer une vingtaine de vues, ce qui permet un léger déplacement latéral d'observation et une plus grande latitude d'observation en profondeur.

Ces différents inventeurs ont cherché à utiliser des systèmes à réseaux parallèles pour réaliser des projections stéréoscopiques mais les conditions d'observation d'images de petites dimensions ne sont pas les mêmes que celles d'écrans vus à 20 ou 30 mètres de distance, car la sélection n'est bonne que sur un plan passant par l'axe de projection et étant parallèle à l'écran. Il n'est donc pas possible d'utiliser ces systèmes dans les salles de cinéma dont l'écran est observé à une distance qui varie entre 10 et 30 mètres. Les systèmes à réseaux présentent en outre deux autres inconvénients: d'une part, la très grande absorption de lumière, et d'autre part, le phénomène de diffraction qui nuit à la qualité de la projection.

Pour permettre l'observation des projections stéréoscopiques à toutes distances et en profondeur, le réalisateur Russe IVANOW a fait construire à Moscou, entre 1941 et 1945, un grand écran à réseau statique, à trame convergente, en s'inspirant de l'écran oscillant du Français NOAILLON, dont nous parlerons plus loin.

Cet écran fut installé au Ciné-Théâtre de Moscou en 1945. Il était constitué par un réseau de 30.000 fils émaillés tendus sur une charpente qui pesait 6 tonnes pour un écran de 3 mètres de base et de 5 mètres de hauteur destiné à une salle de 250 places.

Les résultats obtenus, et relatés dans le livre d'IVANOW, ne furent pas ce qu'il en attendait. IVANOW se plaint en effet de l'absorption considérable de lumière et de l'obligation pénible imposée aux spectateurs de rester dans une

position immobile, à cause du phénomène de diffraction lumineuse. Il en résultait donc une fatigue visuelle insupportable.

IVANOW chercha alors à substituer des dioptrés à la trame opaque, mais devant la difficulté énorme de réalisation de dioptrés coniques de 2 à 4 m/m de large sur une longueur de 3 à 4 mètres, il semble qu'il n'y soit pas parvenu, car la projection du film ROBINSON CRUSOE se faisait encore sur l'écran à trame opaque en 1948 et 1949.

Les sélecteurs statiques à dioptrés optiques ne sont donc pas pratiquement réalisables dans l'état de la technique actuelle.

LES SYSTÈMES À GRILLES MOBILES

La solution pratique qui permet la réalisation d'un système de sélecteur invisible reste donc celle d'une grille mobile que son déplacement rapide rend invisible. Signalons qu'en 1928, NOAILLON réalisa un système de grilles oscillantes à direction radiale (fig. 1).

Mais il se heurta à l'impossibilité de rendre cette grille invisible. Ce système, après chaque fin de course, amène un temps mort qui se traduit par la présence gênante d'une image découpée impossible à éliminer.

Je signale, en passant, que j'ai eu l'occasion d'expérimenter moi-même, en 1934, un système similaire que j'ai dû abandonner devant l'impossibilité d'obtenir l'effacement complet de la grille.

L'ÉCRAN « CYCLOSTÉRÉOSCOPE »

J'étudiai donc un système de grille à déplacement continu, sous la forme de une grille souple qui se déplaçait autour de l'écran, mais je l'abandonnai à cause du manque de précision dû au flottement du système et à sa réalisation compliquée.

Fort des expériences précédentes, je me mis à étudier et à réaliser un système à grille rotative que je nommai le « Cyclostéréoscope ».

Le cyclostéréoscope était constitué par deux roues entre lesquelles étaient tendues des bandes de sélection; la première réalisation fut une grille cylindrique (fig. 2).

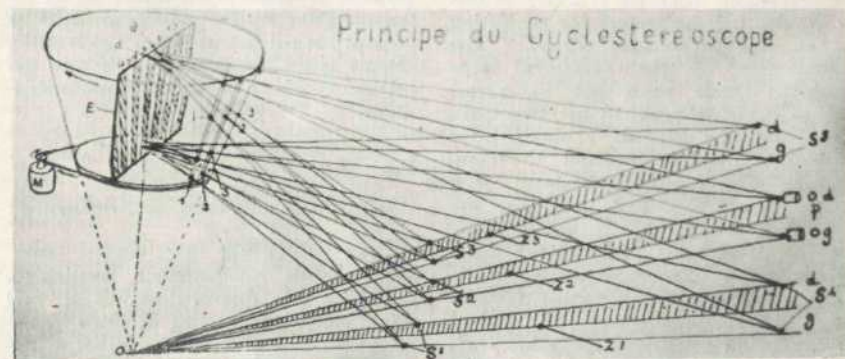


Fig. 3.

Le Cyclostéréoscope à grille de sélection tronc-conique conditionne des zones d'observation Z1, Z2, Z3, convergeant sur un angle de 40° vers le sommet du cône O. La base d'observation est délimitée par les objectifs od et situés en P. Les yeux des spectateurs se trouvant dans les zones correspondant à chacun des yeux g d percevront en Relief.

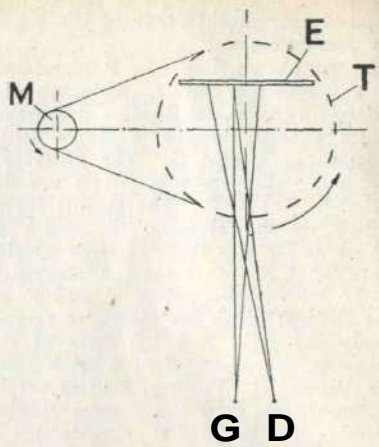


Fig. 2. - Cette grille rotative permet la sélection stéréoscopique et la restitution des images parfaitement continue, chaque fente balayant l'écran sur toute sa surface.

Ce type de grille ne donnait qu'un plan d'observation parallèle à l'écran, au niveau du projecteur; en inclinant l'écran à 45° il était possible d'admettre un certain nombre de spectateurs. La sélection stéréoscopique était bonne, ainsi que la luminosité avec absence complète du phénomène de diffraction.

Mais ce système n'étant pas d'une installation pratique pour la majorité des salles actuelles, j'étudiai, en 1942, un système de cyclostéréoscope à grille tronc-conique (fig. 3).

Ce système de grille tronc-cônique conditionne des zones d'observation convergentes vers le point O et qui passent par les objectifs de projection. Les yeux du spectateur placé convenablement dans ces zones ont la perception très nette de la vue en relief (figg. 4 e 5).

L'angle d'observation devant l'écran est de 40°. La distance d'observation stéréoscopique est comprise entre 2 et 10 fois la base de l'écran. Ce système est donc tout à fait rationnel pour être installé dans les salles actuelles.

Le premier « cyclostéréoscope » installé a été celui de Luna-Park et a fonctionné en séances publiques au cours des années 1945 et 1946 jusqu'à la fermeture de Luna-Park qui a été exproprié et n'a pu se réinstaller ailleurs (fig. 6).

Mais cette première expérience, interrompue prématurément, a donné des résultats probants appréciés par un nombreux public qui a montré un intérêt réel pour le cinéma en relief.

Les observations que j'ai faites m'ont permis d'apporter des perfectionnements aux écrans cyclostéréoscopes dans les années qui ont suivi. Ces écrans sont actuellement au point et peuvent être réalisés en toutes dimensions, depuis l'écran réduit d'amateur mesurant 45 x 33 cm et les modèles plus importants destinés à l'enseignement et faisant 1m à 2m 50 de base, jusqu'aux grands écrans destinés aux salles d'exploitation.

À la demande de plusieurs directeurs de salles, j'ai étudié la réalisation d'un grand modèle avec une grille tronc-conique de 7 mètres de diamètre supérieur et de 3m 50 de diamètre inférieur, pour un écran intérieur de 4m 50 sur 3m 50. Les roues seraient montées avec des jantes profilées et des rayons acier à tension réglable. L'ensemble tout monté serait relativement léger, puisqu'il ne pèserait que 700 kgs environ, alors que le modèle équivalent réalisé en pièces de fonderie atteindrait 4 tonnes. Les 2 roues seraient montées sur un arbre central fixe qui supporterait l'écran métallisé intérieur. Des bandes de sélection rigoureusement calibrées seraient tendues entre les 2 roues et leur nombre serait d'environ 900 et calculé en fonction des caractéristiques d'observation des spectateurs. La proportion 3/5ème pour la largeur des bandes trapézoïdales, et de 2/5ème pour les fentes assure une luminosité correspondant à 45%.

Étant donné la métallisation de l'écran intérieur, cette perte se trouve annulée. La vitesse nécessaire à l'effacement complet de la grille aux yeux des spectateurs n'est que de 15 à 20 tours minute, et cette vitesse relativement réduite assure une grande marge de sécurité. Elle est en relation directe avec la vitesse d'occultation du projecteur au 48ème de seconde, et elle reste constante grâce à son volant propre d'une part, et au moteur asynchrone de 3 CV environ, d'autre part.

Le prix d'une telle installation n'est pas très élevé et il peut être facilement amorti par le supplément de recettes pour la projection en relief.

Films pour projections stéréoscopiques sur les écrans cyclostéréoscopes.

Les projections russes ont été réalisées en partant d'un film de 35 m/m possédant 2 images de 15 x 15 m/m enregistrées côté à côté, (des perforations ayant été supprimées).

Le film stéréoscopique de 35 m/m que j'ai projeté à Luna-Park comportait 2 images de 11 x 15 m/m mais elles étaient retournées à 90°. Une combinaison prismatique à la projection rétablissait leur position.

Cette solution est économique car le projecteur normal peut être utilisé sans modification, et c'est cette solution que j'envisage pour la salle que je compte installer prochainement.

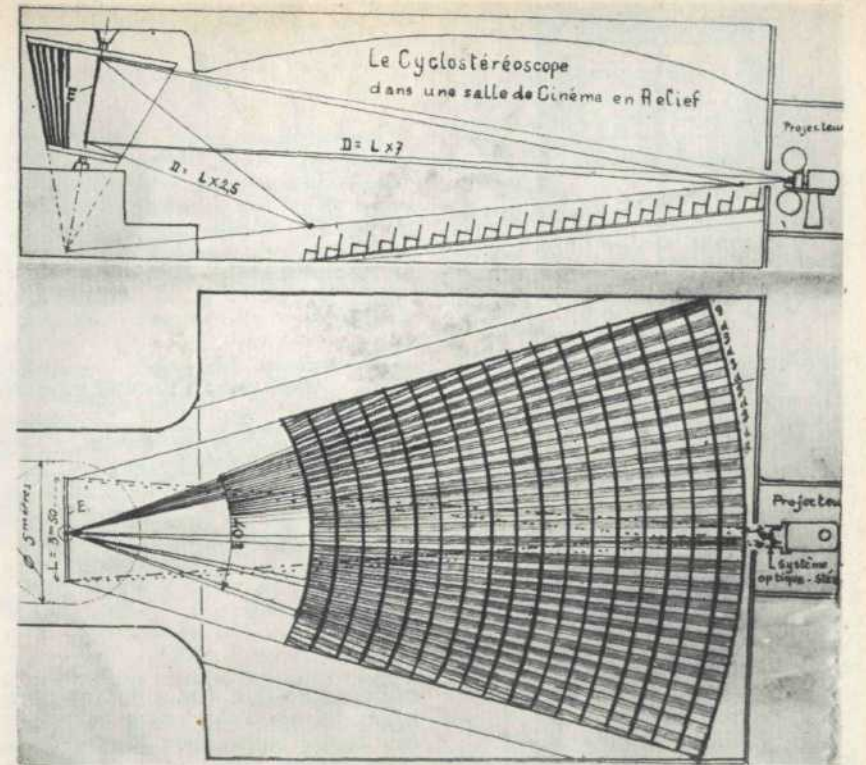


Fig. 4-5.

Le Cyclostéréoscope peut être installé dans de nombreuses salles de Cinéma. Il permet l'observation en Relief sur un angle de 40°.

Projections stéréoscopiques des films normaux.

Il est intéressant de signaler que l'on peut projeter des films ordinaires sur un écran cyclostéréoscope et obtenir l'impression d'un certain relief.

On sait que le « travelling » correspond à une prise de vues stéréoscopiques à base continue, de même que le déplacement des sujets ou des objets produit des écarts parallaxiques enregistrés avec les images. En projetant simultanément les 2 images consécutives d'un film ordinaire sur l'écran cyclostéréoscope, on obtient une impression de relief d'autant plus intense que la parallaxe de temps a été plus grande. La projection de défilés, de prises de vues aériennes, et de tous déplacements latéraux donne des résultats intéressants.

De nombreux films ordinaires pourraient donc être projetés de cette manière pour intéresser le public au relief.

La projection stéréoscopique d'un film ordinaire est réalisée en projetant simultanément les 2 images consécutives d'un film: la fenêtre du projecteur est agrandie pour permettre le passage des 2 images qui sont ensuite projetées simultanément à l'aide d'une combinaison optique stéréoscopique qui les projette en superposition sur l'écran cyclostéréoscope.

Des essais de ce genre avaient déjà été réalisés avant la guerre en Allemagne et en Russie, mais avec des filtres individuels.

Bien entendu, le film ordinaire ainsi projeté ne peut prétendre remplacer le film stéréoscopique réalisé spécialement avec une base constante qui se rapproche de la vision binoculaire naturelle.

LA PRISE DE VUES STÉRÉOSCOPIQUES

Les films stéréoscopiques peuvent être réalisés, soit sur 2 bandes séparées: on bénéficie alors d'une définition maximum, mais il faut que la prise de vues et la projection double soient faites avec un matériel de haute précision. Le tirage des 2 copies devra être particulièrement soigné pour éviter tous déplacements d'images, l'une par rapport à l'autre.

Soit sur la même bande, (c'est une solution plus économique), on enregistre alors, à l'emplacement de l'image normale, deux images retournées à 90°. Un système optique de retournements à miroirs est utilisé à la projection.

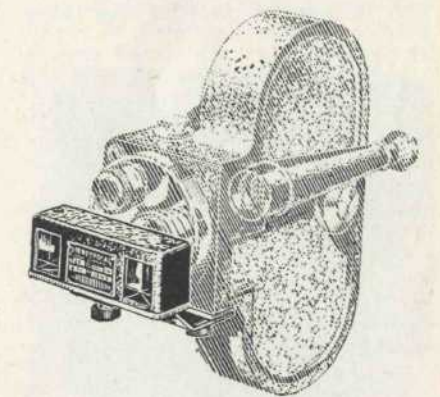


Fig. 6.

Le « Stéréofocal » permet la réalisation facile de vues stéréoscopiques sur films de 16 m/m et 9,5 m/m.

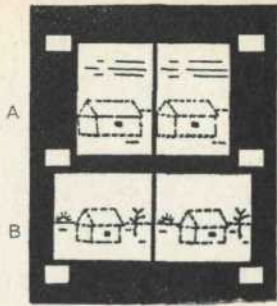


Fig. 7.

Film de 16 m/m. - L'image standard (10x7,5 m/m) compore deux images stéréoscopiques de 5 X 7,5 m/m. A B - Ces deux images peuvent être légèrement agrandies à 6,5 X 6 m/m (voir figure ci-contre) en élargissant, si possible, la fenêtre de prise de vues de la caméra, ce qui donne deux images sensiblement carrées.

Choix de la base de prise de vues.

On a eu tendance, jusqu'à ce jour, à réaliser des films stéréoscopiques en partant d'une base binoculaire de 6 à 7 cm minimum dans le but évident d'exagérer la sensation du relief. Il s'ensuit que la projection de tels films sur un

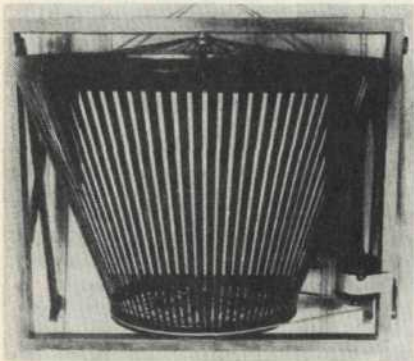


Fig. 8.

Cyclostéréoscope modèle enseignement.

écran observé souvent à une distance de 20 à 30 mètres, produit une sensation de relief exagérée et déformante, du fait du grandissement des images et de l'écart des points homologues.

La vulgarisation attendue des films



Fig. 9.

En fonctionnement pendant une projection on remarquera l'effacement complet de la grille.

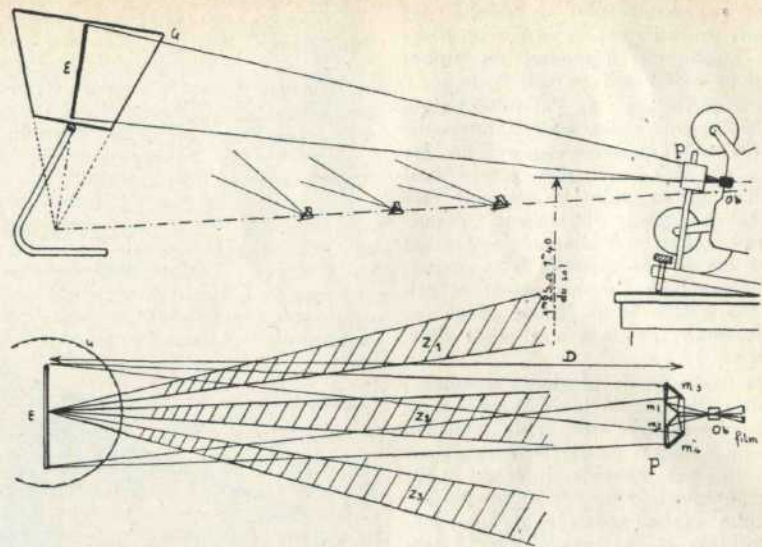


Fig. 10.

stéréoscopiques se fera à la condition essentielle que l'observation ne provoque aucune fatigue pour le spectateur, et ce résultat sera obtenu en se rapprochant le plus possible de l'angle naturel d'observation. Cette base sera calculée par exemple sur une largeur égale au 1/100èmes de la distance du premier plan; ainsi un sujet placé à 6 mètres sera enregistré avec une base de 6 cm, tandis qu'un sujet placé à 3 mètres n'utilisera qu'une base de 3 cm. L'angle obtenu sera constant et on obtiendra à l'observation une accommodation visuelle sans fatigue.

Pour faciliter la rentabilité de certains films, on pourra réaliser des *doubles versions*: à une seule série d'images destinées aux salles non équipées pour le relief, et à double séries d'images pour le film en relief.

Etant donné l'intérêt que suscite les projections de cinéma en relief à vision directe, et sans lunettes, on peut affirmer que des films de court métrage satisferont grandement le public.

La petite exploitation sur films 16 m/m pourra bénéficier du relief. Le matériel de prise de vues et de projection pourra être utilisé avec de légères modifications seulement.

Actuellement, je suis à même de construire des écrans de taille moyenne de 1m 50 à 2m de base pour des salles de 100 à 200 places. Le prix de ces écrans est peu important.

Une solution intéressante consiste à utiliser le film de 16 m/m en projetant simultanément les 2 vues de grandeur normale, ce qui donnera une définition maximum. Mais cette solution nécessitera l'utilisation d'une camera et d'un projecteur modifiés, capables de faire succéder simultanément 2 images, l'une au dessus de l'autre.

Pour la publicité et les amateurs, on peut se contenter d'un enregistrement de 2 vues côte à côte sur l'emplacement d'une seule image. C'est une solution très économique qui utilise seulement

un dispositif optique stéréoscopique de prise de vues et de projection: le « stéréofocal » qui est un dispositif à base fixe adaptable sur les appareils courants, caméra et projecteur (figg. 6 et 7).

Les films que j'aurai le plaisir de vous projeter sur l'écran cyclostéréoscopique ont été enregistrés à l'aide d'un dispositif similaire.

L'écran cyclostéréoscopique que vous verrez fonctionner est un modèle réduit destiné à l'enseignement, à la publicité et aux amateurs (figg. 8 et 9). L'écran intérieur métallisé mesure 73 x 53 cms. La grille tronç-conique est constituée par 2 roues métalliques à rayons d'acier. Le diamètre de la roue supérieure mesure 94 cm et celui de la roue inférieure, 54 cm. Des bandes en matière plastique opaque sont tendues entre celles-ci. La vitesse de rotation constante est de 180 tours-minute, obtenue par un moteur asynchrone de 1/15ème de CV. Cette grille conditionne des zones d'observation sur 40° pour 15 à 20 personnes assises.

La projection se fera selon le schéma de la fig. 10.

CONCLUSION

Les écrans « Cyclostéréoscope » résolvent d'une façon pratique la solution recherchée depuis si longtemps du Cinema en relief à vision collective directe sur l'écran, et *sans lunettes*.

Ce procédé qui s'appuie sur une base scientifique solide, présente le grand avantage d'utiliser le matériel existant, sans modifications importantes, ce qui facilite sa vulgarisation.

Un public nombreux a déjà manifesté son intérêt à des projections réalisées à Paris, et attend maintenant l'installation d'un grand écran de cinéma en relief.

Dans un proche avenir, le relief, qui donne aux images une impression de vie saisissante, s'imposera à l'égal du son et de la couleur.