

Une fois l'essai terminé, on mesure la longueur des charbons pour calculer l'usure, la longueur des pointes, les dimensions du cratère etc. Outre la mise en évidence d'un défaut de fonctionnement qui fait rejeter le lot de fabrication, on veille à ce que le rendement lumineux et l'usure ne s'écartent pas des normes tirées de l'étude statistique (fig. 20, 21, 22).

CONCLUSION.

Le but de cet exposé, que Monsieur VIVIE a bien voulu nous demander de faire, est de contribuer à la collaboration entre les fabricants de charbons, les constructeurs de lampes, et les techniciens de la projection cinématographique, en vue d'utiliser au mieux l'arc électrique. La source de lumière est, en effet, le facteur important considéré trop souvent comme secondaire.

Nous avons cru bon de débiter le sujet en donnant un aperçu sur le mécanisme de l'arc, le rôle des charbons, les moyens mis en œuvre pour les fabriquer, les contrôler, maintenir leur qualité.

Les perfectionnements apportés au projecteur ont pour objet principal d'augmenter l'éclairage d'écrans de plus en plus grands, comme par exemple dans les « Drive-in » des Etats-Unis. La quantité d'énergie concentrée sur le film tend ainsi toujours à s'accroître; l'air soufflé ne suffit plus pour refroidir la pellicule, et plusieurs solutions nouvelles ont été proposées, dont le refroidissement de la fenêtre de projection par l'eau, et l'emploi de filtres ou même de miroirs arrêtant l'énergie infra-rouge.

L'augmentation de la brillance de la source est la façon la plus simple d'accroître l'éclairage de l'écran; elle réduit par surcroît la proportion d'énergie parasite. Il faut pourtant remarquer

que la brillance est fonction de la température de la source, et que le maximum d'énergie rayonnée se déplace vers les courtes longueurs d'onde lorsque la température s'élève. On tend donc vers la production d'un excès de bleu et de violet, qui peut aussi bien nuire à la bonne reproduction des couleurs qu'un excès de rouge. Quoiqu'il en soit, les recherches effectuées sur les charbons ont toujours pour orientation générale l'augmentation de la brillance.

L'importance de la lampe devient de plus en plus grande au fur et à mesure qu'on charge davantage les charbons. Des progrès sont encore à faire dans l'utilisation de la lumière, mais surtout dans l'automatisme du réglage des lampes. L'utilisateur devra de plus en plus être débarrassé de soucis inhérents à la lampe. La connaissance de l'arc et des charbons lui est cependant nécessaire, et d'autant plus que la lampe est moins perfectionnée.

L'arc électrique entre charbons demeure encore pour la projection cinématographique la source lumineuse la plus simple, la plus constante et la plus sûre; utilisée par l'industrie cinématographique depuis plus de 50 ans, elle ne paraît pas encore devoir être surclassée.

REFERENCES

- BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE**
M. LEBLANC *fils, L'Arc électrique*, édité J. Phys. Paris, 1922.
FINKELNBURG, *Hoechstrom Kohlebogen 1948*, Springer. Berlin.
OSWALD, *L'Arc électrique intensif, ouvrage Lebeau, Les hautes températures et leur utilisation en chimie*, Masson. Paris, 1950.
J. PARISOT, *L'Arc électrique intensif*. Gauthier-Villars, Paris, 1950.

L'acoustique dans les cinémas

par W. TAK
Ingénieur à la N. V. Philips
(Pays-Bas)

C'est avec le plus grand plaisir que j'ai accepté votre invitation à venir discuter l'un des sujets de votre vaste programme. J'ai choisi de vous parler de « l'acoustique dans les cinémas », et je vous entretiendrai surtout du problème de la reproduction du son. Il reste encore beaucoup à faire en ce qui concerne la reproduction du son pour que le film parlant atteigne la perfection. Lorsqu'on présente au public les premiers films parlants, il faut un certain temps pour que les gens sachent apprécier le progrès technique qu'ils représentaient. Depuis lors on n'a fait que les améliorer, et actuellement on peut dire qu'on a réalisé un équilibre satisfaisant entre l'image, la parole et la musique.

La reproduction des instruments de musique et des réalisations vocales est excellente à tous points de vue, et le rendu de la parole peut être considéré comme satisfaisant. Mais sans image, la

reproduction du son serait en elle-même peu satisfaisante.

Par conséquent la perception des sons est influencée par la vue des images.

Il n'y a pas de raison profonde de penser que l'inverse ne serait pas aussi vrai, c'est à dire que le son n'influencerait pas la perception de l'image.

C'est d'autant plus vraisemblable que, parmi les sens qui traduisent les émotions de l'artiste, l'audition a au moins autant d'importance que la vue.

A cet égard, je vous demanderai de comparer une audition radiophonique à un film muet ou, si vous préférez, à des caricatures.

Les sons exercent une influence tout à fait bienfaisante sur les relations humaines. On a démontré par exemple que la musique tendait à satisfaire un besoin naturel. Le son rompt la monotonie de la vie quotidienne et donne aux gens l'impression d'être plus heureux. Il peut aussi créer une ambiance favorisant les rapports entre individus. Dans le cas du personnel d'usine, par exemple, la musique élève la moralité des ouvriers

et leur donne la fierté d'être liés à leurs ateliers. Cela aiguise leur attention, diminue les accidents et réduit les périodes de négligence.

Ce ne sont là que quelques-unes des influences du son. Il en existe beaucoup d'autres, sur lesquelles on a écrit des livres entiers.

On a suffisamment insisté sur l'importance du son, et nous ne pouvons que regretter que sa valeur n'ait été appréciée que depuis quelques années. Si l'on compare le son avec la technique de l'image, il y a un gros retard à rattraper en matière de reproduction du son, mais nous nous efforçons actuellement de regagner le terrain perdu et l'on peut dire qu'il y a déjà eu de sérieux progrès réalisés.

Nous allons maintenant passer en revue tous les facteurs jouant un rôle dans la qualité de la reproduction sonore des films. Pour cela, suivons le trajet du son de film à l'oreille.

Nous rencontrons successivement le lecteur de son du projecteur, l'amplificateur, le haut-parleur puis le trajet parcouru par le son entre le haut-parleur et l'oreille. J'aimerais étudier avec vous ces divers points. Mais je préfère partir du dernier point qui, tout en représentant le problème le plus important, n'a pas bénéficié de l'attention qu'il méritait. Ce trajet du haut-parleur à l'oreille est étroitement lié à ce que nous appelons l'acoustique de la salle, et la science de l'acoustique étant relativement récente, peu de gens, en fait, sont des experts dans ce domaine.

D'une façon générale, lorsque les architectes font les plans d'une salle, ils demandent les conseils d'experts éclairagistes et d'experts pour la climatisation et la sécurité contre les incendies. Ils prennent à leur charge les calculs assurant la solidité de l'immeuble et, naturellement, ils doivent songer au côté esthétique de l'ensemble. Quant à l'acoustique, ou bien ils ne s'en préoccupent pas du tout, ou bien ils n'y songent qu'au dernier moment. Par conséquent on ne demande l'avis d'un conseiller en acoustique que lorsque le bâtiment est entièrement construit et que le matériel de projection a été installé. Le conseiller acoustique est alors appelé pour mettre les choses en ordre avec un minimum de matériaux acoustiques; en cela beaucoup de gens jugent superficiellement du problème, comme vous le comprendrez lorsque vous aurez vu que le traitement de l'intérieur d'un bâtiment par des matériaux acoustiques ne conduit pas obligatoirement à une solution réellement parfaite du problème. Vous comprendrez beaucoup mieux cela lorsque je vous aurai parlé des recherches très importantes conduites par Mason en Angleterre sur les cinémas.

On a cru longtemps que la qualité du son dans un cinéma ne pourrait être améliorée que si l'on s'arrangeait pour que la courbe de réponse de l'équipement satisfasse des exigences spéciales par rapport à la salle et son temps de réverbération. Les expériences auxquelles nous avons fait allusion ont montré

que les facteurs mentionnés, bien que très importants, n'étaient pas les seuls à influencer la qualité du son. Les recherches ont porté sur 120 cinémas tous équipés d'un appareillage de projection identique. On a déterminé les courbes de réponse dans les divers cinémas, ainsi que le temps de réverbération en fonction de la fréquence. Puis, on jugea la qualité du son dans les cinémas ayant des caractéristiques plus ou moins identiques, et l'on constata que malgré des caractéristiques pratiquement identiques, il existait de réelles différences dans la reproduction du son.

Mason établit que dans les salles où la qualité du son était inférieure à une moyenne acceptable, il fallait incriminer l'absence de ce qu'il appelle « intimacy »; nous le désignerons par « l'absence de touche personnelle ».

Pour confirmer la cause possible de cette différence de qualité du son, on a effectué des mesures de pression sonore en divers endroits à l'aide d'impulsions sonores, d'un microphone et d'un oscilloscope. On a constaté qu'aux points où le son pouvait être considéré comme bon, le niveau sonore de la réflexion était négligeable par rapport à l'impulsion sonore directe originelle, tandis qu'aux points, où la qualité du son était classée comme mauvaise, ces réflexions n'étaient pas du tout négligeables.

Cet exemple montre que ce n'est pas seulement le temps de réverbération qui doit être étudié soigneusement, mais aussi la forme de la salle, si l'on désire obtenir une reproduction du son réellement satisfaisante.

Nous devons nous préoccuper de quelques autres facteurs du moment qu'en définissant le problème dans ses termes stricts nous constatons que la cause réelle d'une qualité du son déficiente réside dans son qu'on appelle l'évanouissement du son (« decay ») c'est à dire, en ce qui concerne l'acoustique de la salle, dans la forme de la courbe d'évanouissement de la réverbération. Dans cette courbe, des phénomènes du même ordre peuvent être dus à des résonances de la salle, en dehors des réflexions signalées, et qui à proprement parler sont des sortes d'échos.

C'est un fait qu'un espace fermé présente un certain nombre de résonances naturelles, dont chacune correspond à un mode de vibration défini de l'espace. Imaginez que dans un espace fermé une source sonore de fréquence simple fonctionne pendant un temps indéfini. Il se produira un état de stabilité lorsque la pression du son dans l'espace entier sera donnée par une fonction sinusoïdale de la fréquence de la source. La distribution de la pression du son dans l'espace est une superposition d'ondes stationnaires correspondant aux vibrations naturelles de l'espace en question. La forme et les dimensions de l'espace déterminent celles des ondes stationnaires qui se manifesteront dans un certain espace. La position et la forme de la

source sonore décident de celles de ces ondes existantes possibles qui figureront dans la superposition mentionnée, ou en d'autres termes décident quelles vibrations caractéristiques seront excitées et dans quelles mesures elles apparaîtront. Le son de chacune de ces vibrations naturelles excitées s'évanouira exponentiellement après qu'on aura supprimé la source, à la suite de l'absorption des murs. Alors qu'avant la suppression de la source, il y avait une vibration ayant la fréquence de la source en chaque point de l'espace, lorsque la source est supprimée on observe quelque chose qui peut être considéré comme une superposition d'un certain nombre de vibrations naturelles, celles dont la fréquence ne diffère que légèrement de la fréquence de la source contribuant essentiellement à l'allure du son. L'allure de la réverbération dépendra pour une large mesure de la distribution des fréquences de résonance de l'espace pour le spectre entier, et de la mesure suivant laquelle ces fréquences normales seront atténuées.

Pour donner à cette réverbération la forme la plus favorable possible pour la qualité du son, nous devons tout d'abord distribuer les résonances inévitables de l'enceinte sur tout le spectre de fréquences, et s'assurer en même temps que ces résonances sont également réparties sur l'espace entier.

Cela signifie, en second lieu, qu'il nous faudra sélectionner très soigneusement le matériau absorbant le son, de sorte que tout le spectre de fréquence soit de nouveau couvert.

Pour arriver à ce résultat, il est nécessaire de prévoir la forme de la salle aussi avantageusement que possible. Tout d'abord, il faut éviter les murs parallèles. De plus il est préférable de « rompre » les murs en les ornant de décorations.

D'une façon générale, ces ornements doivent avoir de petites dimensions, car il se produit une diffraction assurant une distribution diffuse lorsque le volume de l'obstacle est petit en comparaison de la longueur d'onde. Avec des ornements de petites dimensions, la distribution diffuse qui est exigée sera réalisée même pour les fréquences élevées.

Le choix des proportions entre la longueur, la largeur et la hauteur de la salle est également très important en ce qui concerne les phénomènes de résonance. En pratique, les dimensions les plus favorables se sont révélées être une largeur de 50 à 70% de la longueur et une hauteur de 40% environ de la longueur de la salle. On rencontre souvent dans les cinémas des surfaces courbées. Nous sommes opposés, en général, aux courbes de trop faible rayon, ce qui conduit à une focalisation des ondes sonores et favorise les résonances naturelles. C'est pour cette raison que les surfaces convexes doivent être préférées aux surfaces concaves. Le phénomène mentionné par Mason aussi bien que le phé-

nomène de la résonance donnent une grande importance à la forme de la salle. J'ai déjà signalé au début qu'afin d'obtenir une qualité du son parfaite il ne saurait suffire d'employer des matériaux absorbants.

En ce qui concerne ces matériaux absorbants, je voudrais vous faire remarquer ce qui suit. Les commerçants recommandent toutes sortes de matériaux, mais il faut être très prudent dans leur emploi, car les qualités d'absorption de tous ces matériaux dépendent fortement de la fréquence.

Les matériaux les plus utilisés sont des matériaux poreux. Leur absorption augmente avec la fréquence et peut atteindre presque 100% à 2000 pps. Lorsqu'on utilise largement ce genre de matériaux, il peut se produire un manque d'absorption pour la gamme des fréquences les plus faibles ce qui peut produire un son creux dans l'enceinte, tandis que la reproduction du son n'est pas nette du tout.

Heureusement, nous disposons de certains matériaux permettant l'absorption de l'énergie sonore de fréquence moyenne et basse, qui répondent à des exigences spéciales de construction. Je songe en ce moment aux effets des panneaux amortisseurs. Un tel panneau est généralement réalisé sous forme de plaques disposées à faible distance du mur. Etant donné leurs dimensions et leur structure, ces plaques présentent certains modes normaux de vibration qui font résonner les panneaux à cette fréquence, et si les plaques sont amorties de façon judicieuse, l'énergie sonore pour cette gamme de fréquence particulière se trouve absorbée. On peut réaliser l'amortissement, par exemple, en remplissant l'espace compris entre les plaques et le mur par un matériau tendre, ce qui est le plus souvent réalisé lorsque les plaques servant à faire le panneau sont d'un bois relativement dur et mince, comme le contreplaqué et le carton bakelisé et lorsque la structure en elle-même ne produit pas d'amortissement. Les panneaux réalisés en carton tendre n'ont pas besoin, en règle générale, d'être amortis par un remplissage supplémentaire, leur structure propre suffisant pour cela. Pour couvrir la gamme de fréquence la plus étendue possible, on donne aux panneaux des dimensions variables et au besoin, des épaisseurs variables. Ce mode de construction convient en général aux architectes, car une distribution régulière de ces panneaux irréguliers peut assurer un effet très décoratif. Mais l'inverse se produit également. Pour obtenir dans ce cas une absorption suffisante pour la gamme de fréquence la plus faible, il y aurait lieu par exemple de cacher les panneaux derrière les tapisseries. On peut employer parfois un lambris pour le montage du panneau.

En plus des matériaux poreux mentionnés, et de l'utilisation de panneaux, on peut aussi assurer une absorption au

moyen de perforations et de sillons. La taille des perforations et les distances entre les ouvertures et entre les sillons, ainsi que la nature du matériau placé derrière les perforations déterminent la fréquence à laquelle se fait l'absorption. Etant donné la diffraction, les ouvertures et les sillons provoquent une absorption que est d'autant plus grande que la longueur d'onde du son est plus longue par rapport aux dimensions de la perforation. C'est ainsi par exemple qu'aux faibles fréquences une petite ouverture absorbe 60 à 70 fois plus de son qu'on pourrait s'y attendre géométriquement, alors qu'aux fréquences plus élevées l'absorption n'est que de deux ou trois fois supérieure. On peut faire bon usage de cette propriété, bien qu'à ma connaissance les architectes n'aiment pas en général utiliser des plaques perforées. Pour être complet, il me faut mentionner une autre application des résonateurs de Helmholtz, que Fon rencontre souvent sous forme d'ornements lumineux, de loges et de niches.

Pour terminer je voudrais signaler le coefficient d'absorption de l'auditorium, qui est pratiquement uniforme pour toute la gamme de fréquence. D'une part les auditeurs absorbent les basses fréquences, jouant le rôle d'obstacles et de cavités, et d'un autre côté il y a une absorption des fréquences élevées due à la porosité des vêtements.

J'espère vous avoir démontré clairement qu'une différence de qualité sonore entre divers cinémas possédant par ailleurs un excellent équipement et présente un temps de réverbération favorable n'est pas un phénomène surprenant. Nous devons tenir compte de ce facteur pour établir le projet d'une nouvelle salle. Il est évident qu'il ne faut pas oublier l'importance d'une réverbération correcte et d'une fréquence satisfaisante. Tout d'abord nous considérons le temps de réverbération comme une fonction du volume de la salle. Nous avons alors une courbe d'après laquelle le temps de réverbération optimum peut être calculé en fonction de la fréquence.

Pour terminer cette partie de mon exposé sur l'acoustique d'une salle, j'aimerais ajouter une remarque concernant le volume de la salle. Naturellement le volume maximum par siège est déterminé par la capacité de la salle. Lorsque nous déterminons ce volume, nous devons tenir compte de divers facteurs tels que l'esthétique de la salle, le confort offert aux spectateurs, etc. etc. Cela signifie que nous ne devrions jamais essayer d'augmenter le nombre de places en sacrifiant le confort élémentaire des spectateurs.

On admet généralement que le volume d'un siège dans un cinéma moyen ne doit pas dépasser 34 m³. En maintenant ce facteur assez faibles, on peut réduire les frais de construction et d'entretien, tels que le nettoyage, l'éclairage, la climatisation, etc. Cela offre des avan-

tages du point de vue de l'acoustique, étant donné qu'il faudra moins d'objets absorbant le son pour obtenir un temps de réverbération maximum.

En ce qui concerne ce que j'ai dit au début au sujet des proportions favorables entre la longueur, la largeur et la hauteur de la salle il y aura lieu de chercher un compromis. Lorsqu'on construit dans une salle un balcon, il faudra en général disposer d'une salle plus haute. Il est essentiel de ne pas faire un balcon trop petit par rapport à la hauteur de la salle. Cela dépend également de la profondeur de l'espace compris sous le balcon. La hauteur ne doit pas être inférieure à 1/3 de la profondeur, et de préférence égale à sa moitié, alors que la hauteur du balcon ne peut certainement pas être inférieure à la moitié de la hauteur de la salle. Il y a toujours un risque de résonance sous le balcon, et si l'espace est trop réduit il y a davantage d'énergie perdue. C'est pourquoi il faut donner une large inclinaison au plafond sous le balcon. Je voudrais conclure mon exposé sur l'acoustique par ces dernières remarques. Il est évident qu'il est impossible de traiter à fond un problème aussi vaste que celui de l'acoustique dans un temps aussi bref. Mais je suppose que l'occasion se présentera de discuter plus en détails de cette question.

Je vais vous parler maintenant des autres intermédiaires que nous rencontrons entre le film et l'oreille, c'est à dire du lecteur de son, de l'amplificateur et du haut-parleur. Il est évident que nous devons tenir compte également de l'influence de ces appareils sur la qualité du son.

Comme nous l'avons établi précédemment, l'amointrissement de la qualité du son est causé en premier lieu par les effets de réverbération et en second lieu par les résonances de la salle.

Ce phénomène se manifeste par des perturbations dans l'évanouissement du son. Or il est frappant que ces perturbations se manifestent de façon semblable dans le lecteur de son, dans l'amplificateur et dans le haut-parleur.

Mais je voudrais tout d'abord attirer l'attention sur une perturbation causée par une modification du son lui-même.

Les distorsions non linéaires sont très importantes. Je vais essayer de vous rendre claire la nature de ces distorsions d'une manière très simple. Tout d'abord en me référant au haut-parleur comme source puis en me consacrant brièvement à l'amplificateur. Commençons par la « distorsion harmonique ».

Vous n'ignorez pas qu'un haut-parleur est composé d'un aimant, d'une bobine et d'une membrane formant un ensemble, et comme c'est le cas pour toute chose, un tel système présente un grand nombre de résonances naturelles.

Lorsque la membrane du haut-parleur est mise en vibration à une certaine fréquence, elle produit un certain nombre

de sons plus aigus, appelés du haut-parleur. Cette distorsion, que l'on appelle distorsion harmonique, est maintenue à un niveau aussi faible que possible par l'emploi d'un matériau spécial et une forme de construction particulière. Cette distorsion est la moins gênante de toutes.

L'effet qui se produit lorsque des vibrations de fréquences variables sont fournies au haut-parleur est plus important. Il peut se présenter des vibrations dont la fréquence est la somme ou la différence entre les fréquences données, ou un multiple de chacune de ces fréquences imposées. La distorsion résultante, dite distorsion d'intermodulation (on désigne parfois ces sons perturbateurs par « spectres »), est la plus grave lorsque les deux fréquences imposées sont très éloignées l'une de l'autre. On peut prévenir ce phénomène en s'arrangeant pour que ces fréquences très distinctes ne soient pas reproduites simultanément par la membrane du haut-parleur. La solution pratique pour cela est la reproduction séparée. Dans ce but, le haut-parleur est composé de deux parties distinctes, l'une servant à la reproduction des basses fréquences, et l'autre à la reproduction des fréquences élevées.

Le signal venant de l'amplificateur est conduit par l'intermédiaire d'un réseau à coupure aux deux parties composant le haut-parleur; la fréquence de séparation est choisie aux environs de 500 pps. Cette reproduction séparée évite l'apparition des « spectres », tandis qu'une deuxième sorte de distorsion d'intermodulation, qui est en fait la plus importante, se trouve supprimée. Ce genre de distorsion d'intermodulation peut être expliquée de la façon suivante: lorsque, par exemple, une basse fréquence de 50 pps. et une fréquence élevée, mettons de 10.000 pps. agissent simultanément le haut-parleur, on peut imaginer que la membrane effectue un mouvement relativement lent avec la basse fréquence, mais avec cette très haute fréquence y superposée.

La membrane du haut-parleur, source des 10.000 pps. effectue donc un mouvement d'avant en arrière par rapport à notre oreille, au rythme de 50 pps. Cela produit l'effet Doppler bien connu.

Vous devez savoir que cet effet se manifeste aussi lorsqu'une source sonore se déplace à une grande vitesse, en se rapprochant ou en s'éloignant de l'auditeur, ce qui entraîne en apparence un changement de longueur d'onde. Le son devient plus aigu ou plus grave, de sorte que le son que nous entendons dans ce cas est un son dont la fréquence varie entre 10.000 en 50 pps. et 10.000-50 pps. Cela donne un signal purement modulé en fréquence. Ces fluctuations peuvent être remarquées nettement, et provoquent une perte considérable de qualité. Il est remarquable que la distorsion est plus forte lorsque l'énergie de la basse fréquence (50 pps.) est environ quatre fois plus forte que celle de la très haute fréquence (10.000 pps), comme c'est souvent le cas dans la pratique.

Il sera clair que lorsque l'amplitude des basses fréquences est réduite, l'effet Doppler sera moins prononcé.

Il devrait être possible de réduire cette amplitude tout en maintenant la même énergie à la sortie, en remplaçant le haut-parleur à grande membrane et à grande amplitude par un nombre plus grand de petits haut-parleurs ayant de petites membranes. Il est évident que ces petits haut-parleurs doivent être d'une qualité excellente, ce qui signifie qu'ils doivent présenter la fréquence de résonance la plus faible possible. Au cinéma, le problème est résolu par la reproduction séparée.

Les trois distorsions mentionnées sont des distorsions du son lui-même. J'en arrive maintenant à une distorsion analogue aux effets mentionnés pour l'acoustique, la distorsion transitoire. Cette distorsion peut également être très sérieuse et se produire lorsque le haut-parleur présente une ou plusieurs fréquences naturelles très prononcées. Dans ce cas, ces fréquences très prononcées seront excitées par une autre fréquence, et d'après ce qui a été dit au sujet des résonances de la salle, une fréquence naturelle prononcée se manifesterait lorsqu'on supprime le son.

Ce phénomène se fera sentir sur le caractère du son et produira une distorsion. Nous devons par conséquent veiller à ce que les fréquences naturelles des haut-parleurs ne soient pas prononcées.

Il est évident que nous ne pouvons pas empêcher des fréquences naturelles de se manifester, bien que nous nous efforcions de maintenir la courbe de réponse aussi droite que possible. Néanmoins, comme dans le cas de l'acoustique de la salle, des fréquences normales seront toujours excitées, d'autant plus fortes que ces fréquences seront plus proches des fréquences superposées.

Lorsqu'on supprime le son, les fréquences naturelles excitées s'évanouissent, mais il peut se faire que l'absorption ne soit pas la même pour toutes les fréquences, de sorte que la courbe de réponse change graduellement.

Shorter montre cela clairement par une représentation à trois dimensions. Après quelques millisecondes, la représentation de la fréquence a essentiellement changé. Il sera clair, par conséquent, que la courbe de réponse seule ne détermine pas la qualité du haut-parleur. Il est également très important de savoir comment les fréquences naturelles du haut-parleur sont amorties. Il peut aussi arriver qu'un signal soit reproduit parfaitement si l'on donne au haut-parleur le temps de se mettre en mouvement pour un signal imposé. Mais lorsque le signal est appliqué au haut-parleur pendant un temps très court, par exemple sous forme d'impulsion, comme cela se produit souvent en pratique pour la musique et la parole, il dépendra de la douceur ou de la dureté de la masse, et de facteurs, similaires, que le matériau puisse être mis en mouvement assez rapidement. Il n'est donc pas impossible que, p. ex., de très hautes fréquences soient parfaitement reproduites par le haut-parleur, à condition que le signal imposé dure assez longtemps,

mais que le haut-parleur ne les reproduise pas du tout lorsque le signal imposé lui est appliqué sous forme d'impulsion.

Dans ce cas, la courbe de réponse du haut-parleur indique qu'il est capable de bien reproduire les notes aiguës, mais en réalité cela n'est pas vrai. Ce que j'ai dit des distorsions dans les haut-parleurs s'applique également aux amplificateurs.

Dans les amplificateurs également il se produit des distorsions non-linéaires et linéaires, et il faut les limiter à une très faible valeur. Heureusement, cela n'est pas très difficile, grâce à la technique moderne des amplificateurs.

Cela revient à monter des transformateurs amplement dimensionnés et à appliquer une contre-réaction sur toute la gamme de fréquence. Dans ce sens, nous avons réussi à donner à l'amplificateur une courbe de réponse droite sur toute la gamme de fréquence, qui s'étend au cinéma de 30 à 8.000 ou 10.000 pps environ.

Une courbe de réponse horizontale est de la plus grande importance pour une fidélité maximum. Quelquefois, pour obtenir une courbe de réponse allant jusqu'aux fréquences élevées, la courbe de réponse d'un amplificateur est réglée en réduisant partiellement la contre-réaction négative pour la gamme des fréquences élevées. Cela n'est cependant pas correct, du moment qu'en réduisant la contre-réaction négative pour une certaine gamme de fréquences, la distorsion se trouve de nouveau augmentée. Par conséquent, les réglages pour obtenir une courbe rectiligne devront être effectués aux étages préamplificateurs. Je voudrais mentionner finalement que pour une bonne dynamique de la reproduction il est nécessaire d'avoir une puissance d'amplificateur suffisante.

Je vais maintenant ajouter quelques mots au sujet du dernier point: le lecteur de son.

Il faut expliquer que lorsque le film sonore passe par le lecteur des variations dans l'intensité de la lumière se produisent. Ces variations sont transformées en variations de tension et il faut s'assurer que cela se produit sans chevrottement ni enrouement. Le chevrottement est du à de lentes variations dans la vitesse du film, et l'enrouement provient de variations rapides. Ce sont les deux facteurs dont nous devons tenir compte lorsque nous parlons du problème du son du lecteur, laissant pour l'instant de discussions le système optique. Or il est possible d'éviter les variations lentes de la vitesse de défilement en employant un volant lourd et qui tourne facilement.

Dans les projecteurs Philips, ce volant est entraîné par le film lui-même. Les variations rapides de vitesse, produites en premier lieu par le mécanisme de la croix de malte, doivent avoir disparu totalement avant que le film n'atteigne le lecteur, ce qu'on obtient en faisant décrire des boucles par le film, ce qui amortit les variations de vitesse.

Une solution consiste à presser le film contre le couloir-son rotatif au moyen d'un galet presseur. En plus de la croix malte, le débiteur peut causer de rapides variations de vitesse. Le tambour

provoque 4 x 24 impulsions par seconde, qui sont transmises le long du film à la fente de lecture, où ils produisent une modulation de 96 pps. Il devrait être possible de supprimer cette modulation au moyen de filtres mécaniques, d'éléments élastiques, etc. qui s'inséreraient entre le débiteur et la piste sonore. Naturellement ces filtres possèdent toujours un certain poids et par conséquent une certaine inertie, et ils introduisent par conséquent des résonances. Il est préférable d'utiliser le galet presseur mentionné plus haut, qui assure un contact satisfaisant entre le film et le couloir-son. On peut aussi coupler à ce dernier le volant. Grâce au galet presseur, en tirant sur le film, il est possible de mettre en mouvement le galet, le couloir-son et le volant. S'ils tournent très légèrement, ce mouvement tournant peut être maintenu par une traction infiniment faible sur le film. On a aussi constaté qu'il était possible de laisser la boucle de film pendre mollement entre l'engrenage et le couloir-son, une fois que le projecteur a été mis en marche (et c'est ce qu'on applique en fait dans les projecteurs Philips). Cela signifie qu'entre le débiteur et le couloir-son il y a une partie lâche de film, dans laquelle la modulation de 96 pps. est entièrement amortie, tandis que cette partie lâche peut encore transmettre une force suffisante pour maintenir en mouvement les parties tournant très légèrement. On a constaté que c'était la meilleure solution, et il ne se produit plus de distorsion due aux variations de vitesse. Il semble évident que le système optique puisse constituer une autre source de perturbations. Pour obtenir une reproduction fidèle, même pour les fréquences élevées, il est préférable que la fente de lecture soit aussi étroite que possible. Cette fente doit aussi se trouver verticalement sur la piste sonore de l'image de cette piste doit être focalisée le mieux possible. La difficulté provient de ce qu'il n'est pas très facile d'obtenir une fente éclairée uniformément. Si la piste sonore ne se trouve pas à la bonne place, il est très difficile de corriger son emplacement, du fait que la fente lumineuse est très étroite. Dans le lecteur Philips, cette difficulté a été surmontée en assurant à la piste sonore un éclairage uniforme. La piste ainsi éclairée est alors agrandie au moyen d'un objectif de microscope et l'image agrandie est projetée par l'intermédiaire d'un miroir dans une fente plus grande. La focalisation de la piste sonore sur la fente se fait alors très aisément au moyen de ce système macro-optique. Cela permet, par exemple, de centrer exactement la double piste sonore exigée pour la reproduction stéréophonique, en réduisant ainsi la distorsion même avec cette méthode de reproduction sonore.

Il est évident que le problème de la reproduction du son traité ici dans ses grandes lignes continuera à faire l'objet d'études de laboratoire très poussées, conduites par les techniciens, les constructeurs et les experts en acoustique, qui ne seront pas les moins actifs. On a déjà fait beaucoup, mais il reste en-

core beaucoup à faire. Si nous regardons vers l'avenir, un avenir assez proche, nous pouvons imaginer un cinéma équipé pour la stéréoscopie et la stéréophonie, cette dentière au sens le plus large du terme, c'est à dire non pas bi, mais tri-dimensionnelle, et assurant une reproduction du son parfaitement fidèle.

Mais pour cela une chose sera nécessaire, (je parle en ce moment en expert acoustique pour les immeubles): c'est que la science de l'acoustiques soit reconnue dans le monde des constructeurs n'hésitent pas à demander l'avis des experts en acoustique, tout au début de l'établissement de leurs plans.

man 25 que l'on trouve l'explication de l'indépendance complète des organes sonores par rapport au reste de l'appareil, organes se trouvant ainsi garantis de toutes les vibrations toujours entraînées par le fonctionnement mécanique du système de projection.

Le spot lecteur est obtenu par une lentille cylindrique et sa largeur est 0,05 fois la largeur de la source. L'image est reprise par un objectif de microscope très corrigé qui la réduit encore de 3 à 1. Le lecteur est ainsi uniforme dans son intensité et dans sa dimension. Un tel système assure le minimum de distorsion et l'éclaircissement qui en résulte un rapport signal/bruit de fond très élevé. Un contrôle spécial confère au système une très grande latitude pour l'égalisation des hautes et basses fréquences.

La réalisation mécanique se caractérise par quelques particularités dont les plus importantes sont le contact parfait du film, assuré par la concordance absolue entre le pas du film et celui du débiteur, le rouleau compensateur de la boucle avant le tambour, le contrôle électromagnétique de la tension de la boucle etc., tous détails qu'on pourra lire dans la notice du dit appareil.

Contribution du format 16 mm. à l'exploitation cinématographique

par L. DIDIÉE
Directeur à la *Sté Kodak Pathe*

C'est au format 35mm, format le plus ancien, que l'exploitation fait couramment appel.

Pour être complet, ne faut-il pas dire un mot de ce que les autres formats peuvent apporter à cette exploitation?

Tandis que le format standard 35 alimente régulièrement, depuis de nombreuse années, les théâtres cinématographiques, le format 16 rendait jusqu'à maintenant plus ou moins service aux organisations d'éducation. La guerre a étendu largement le champ du 16 à l'industrie, particulièrement en Amérique. D'autre part, la transcription du 35 en 16 est arrivée à conférer à ce dernier format cet avantage de pouvoir réunir à la fois toutes les ressources du 16 et celles du 35.

De nouvelles réalisations de projecteurs viennent tout récemment de mettre le format 16 à même de s'aligner avec le 35 dans presque tous les cas. Dans beaucoup de théâtres cinématographiques dès maintenant le projecteur 16 est installé à côté du projecteur 35, projetant l'image 16 sur l'écran habituel du théâtre.

Dans certaines des salles que le spectateur fréquente, il peut être appelé, en apercevant l'image sur l'écran; à se demander s'il s'agit d'un film à l'origine sur format 35 ou sur format 16 et, s'il se pose la question, dira-t-on, c'est qu'il y a équivalence de l'image projetée.

Est-ce une certitude, est-ce une légende? C'est ce que nous allons essayer de vous faire décider. D'ailleurs, si cette équivalence est reconnue, il nous restera à nous demander si le 16 est réellement un apport intéressant à l'exploitation du point de vue économique. Mais il est indéniable que, dans une période où la télévision, aujourd'hui encore en plein âge ingrat, est susceptible d'amener un apport au cinéma, on peut se demander si ce n'est pas le format 16 qui sera le véhicule de cet apport, comme cela s'est produit dans une certaine mesure pour la couleur.

Projecteurs:

Il est bien évident que le 16mm. ne peut se présenter comme apport à l'exploitation qu'avec un matériel de projection de premier ordre et d'une robustesse analogue à celle des projecteurs professionnels, c'est-à-dire d'un type différent de celui qui pendant longtemps a

suffi aux projections d'amateurs. En effet, des faiblesses optiques ou mécaniques réduiraient rapidement à néant tous les efforts faits à la prise de vue, et, en général, dans la confection du film 16.

Parmi les projecteurs de haute qualité et de grande robustesse qui commencent à se trouver sur le marché dans les divers pays, nous citerons quelques réalisations:

Projecteur Kodak:

En Amérique, le projecteur *Eastman 16*, modèle 25, permet d'obtenir une bonne image sur des écrans de la dimension de ceux des théâtres cinématographiques avec une excellente reproduction du son. Equipé d'une optique à correction très poussée (fabriquée à base de terres rares) le projecteur 25 permet d'obtenir une netteté remarquable sur toute la surface de l'écran. Un choix de lentilles *Ektar* permet d'adapter le projecteur à tous les théâtres cinématographiques.

Le projecteur peut être équipé avec une lampe à arc *Eastman* ou une lampe à tungstène de 1.000 watts. Il y a simplement changement de la plateforme. Dans le cas de l'arc, un condensateur s'ajoute au miroir, se plaçant d'ailleurs dans la même position que celui de la lampe. Un filtre pour absorber la chaleur est utilisé dans la projection du film noir et blanc. Il est inutile dans le cas du film en couleurs. Dans le projecteur à lampe, celle-ci est placée de telle façon que son changement peut être instantané, la nouvelle lampe pouvant être substituée à celle détériorée, par simple rotation d'une tourelle, sans arrêt de la projection.

Dans le domaine de la reproduction du son, le projecteur *Eastman 25* présente certaines nouveautés de réalisation. On sait qu'indépendamment du film lui-même et de sa qualité, la rectitude du défilement dans le lecteur, la constance et la précision de la dimension du spot de lecture et, finalement, la qualité de la modulation qui s'en va vers le haut-parleur, ont été pendant un certain temps les points de faiblesse de la projection 16. Pour se présenter en concurrence avec les projecteurs 35, il fallait que des réalisations de projecteurs dans le format 16 arrivent à être du même ordre que celles des projecteurs 35. C'est dans la conception et le dessin de toute la partie mécanique du projecteur East-

Projecteur Debrie:

Comme le précédent, le projecteur *Debrie M.B. 45* a été construit pour assurer une projection aussi parfaite que celle du film 35 sur des écrans de la dimension de ceux des théâtres cinématographiques.

Le projecteur *Debrie M.B. 45* présente les caractéristiques suivantes:

— Projecteur et lanterne formant un seul bloc fixé sur une semelle permettant d'incliner à volonté l'ensemble de projection (hauteur d'axe de projection 1, 25);

— Entraînement du film par griffe triple trempée, chromée, visible et accessible, permettant son remplacement sans démontage du canal;

— Obturateur arrière à 2 pales, ne produisant aucun scintillement; ou presseur velouté, facilement démontable;

— Canal avec guides de film amovibles et ressort presseur latéral, à démontage instantané;

— Moteur de commande, démontable instantanément, assurant l'entraînement du mécanisme par pignons hélicoïdaux éliminant tout bruit;

— Lanterne à arc à haut rendement lumineux, avec miroir elliptique;

— Régulateur automatique d'avance des charbons;

— Stabilisation de l'arc par champ magnétique;

— Lecteur tournant indéréglable à fente curviforme projetée, avec volant régulateur de défilement;

— Lecture du son par lampe à basse tension, remplaçable instantanément sans aucun réglage;

— Cellule photo-électrique montée sur un support souple antimicrophonique;

— Amplificateur à grande puissance pouvant être d'ailleurs sorti instantanément de son logement.