Table of contents

Selected pages from José Bernhart, *Traité de prise de son*, Paris, Eyrolles, 1949.

Page 3: « Écoute dirigée – écoute intelligente », p. 23-25
„Directed listening - lntelligent listening“, p. 23-25

Page 6: « Étude des plans sonores en fonction de la distance microphonique », p. 91-96
„Study of sonic shots depending on the microphone distance“, p. 91-96

Page 13: « Procédé de réglage des plans », p. 105-107
„How to adjust the shots“, p. 105-107

Page 15: « Expérience de Beaune », p. 107-109
„Experience of Beaune“, p. 107-109

COLLECTION DE LA RADIODIFFUSION FRANÇAISE

CENTRE D'ENSEIGNEMENT

J. BERNHART

TRAITÉ DE PRISE DE SON

PRÉFACE D'ARTHUR HONEGGER

Eyrolles
ÉDITEUR PARIS

CENTRE D'ENSEIGNEMENT DE LA RADIODIFFUSION FRANÇAISE

TRAITÉ DE PRISE DE SON

par

JOSÉ BERNHART

Ingénieur E.S.E. et I.C.A.M.
Chef du Service de la Prise de Son
à la Radiodiffusion Française

PRÉFACE

d'ARTHUR HONEGGER

Éditions EYROLLES
61, Bd St-Germain, PARIS (Ve)
1949

Cette expérience nous amène à formuler une remarque assez surprenante a priori. Nos deux oreilles ne traduisent pas la vérité acoustique. Nous avons « l'impression subjective » d'entendre une sorte de sélection des sons directs. Le microphone, au contraire, traduit « brutalement » le rapport sons directs - sons réverbérés.

ÉCOUTE DIRIGÉE — ÉCOUTE INTELLIGENTE

La littérature acoustique explique cette différence par la notion de « l'écoute dirigée ». Le microphone supprime la possibilité de localiser la position géographique de la source sonore. A l'audition directe, nous pouvons attirer notre attention sur une source sonore ou un bruit au détriment d'autres bruits ambiants: au milieu d'une foule qui manifeste bruyamment, il est toujours possible d'échanger une conversation avec son voisin. Si, à la place de notre interlocuteur, nous branchons un microphone relié à un haut-parleur dans un local isolé nous constatons une perte d'intelligibilité de la conversation. Dans le premier cas, nous orientons nos facultés d'écoute vers la source sonore utile. Par contre, avec le microphone, nous ne pouvons réaliser cette opération sélective. Le bruit de foule masque apparemment le son utile provenant de notre interlocuteur.

L'analogie directe avec la vision permet de faire l'expérience suivante : prenons en main un stylo et fixons notre attention visuelle sur un objet éloigné placé dans le fond de la pièce par exemple. Tout en regardant cet objet, interposons le stylo sur la trajectoire visuelle. A vrai dire, il ne nous gêne pas et nous voyons surtout la personne ou l'objet placé dans le lointain. A présent, fixons notre attention sur le stylo. On peut dire que nous ne percevons plus, « subjectivement parlant » l'objet placé au loin. Nos yeux se sont accommodés dans chaque cas sur l'objet qui nous intéresse. Il y a donc liaison entre le réflexe intelligence et le réflexe physiologique. On désigne sous le nom « d'écoute intelligente », la faculté de concentration de notre attention auditive sur une source sonore permettant d'effacer apparemment les autres sons « superflus ». Appliquons cette remarque à l'expérience comparative décrite ci-dessus. A l'audition directe, nous éliminons les sons réverbérés qui jouent le rôle de bruits parasites. Nous introduisons ainsi une sorte de masque subjectif.

Cette propriété de « l'écoute intelligente » est à la base même des différences sensibles entre ces deux modes d'écoute. Ainsi :

— Les compositeurs modernes sont persuadés de la nécessité d'observer plusieurs règles élémentaires pour l'écriture de musique microgénique. Simplicité et clarté de l'orchestration sont une des règles de base. Les œuvres de Mozart et de Stravinsky, par exemple, sont particulièrement faciles à transmettre au microphone. Une partition, au contraire, trop chargée avec de nombreux détails, paraît souvent confuse à la retransmission, même lorsque les meilleures conditions de prise de son sont réalisées. Au concert, l'auditeur a son attention instinctivement attirée sur les quelques détails qui lui paraissent un peu confus. Il rétablit ainsi partiellement le déséquilibre. Le microphone supprime cette faculté de « correction intelligente ».

Certes il est possible de compenser partiellement cette déficience microphonique par une prise de son fractionnée en premiers plans mais ce processus de dépannage se traduit par d'autres inconvénients (voir page 223).

— D'une façon plus générale, l'audition directe, non seulement facilite l'intelligibilité, mais par ce processus de la discrimination systématique d'une partie des sons inutiles, bien des défauts sont atténués et partiellement masqués. On dit que l'oreille arrondit les angles. Le microphone retransmet brutalement la vérité acoustique telle qu'elle existe objectivement à l'endroit précis où il se trouve placé et il n'est pas surprenant de relever à l'écoute microphonique de nombreux défauts d'exécution qui échappent partiellement à l'audition directe.

— La technique microphonique a permis de faire avancer l'étude de la réverbération. Elle a mis en valeur des irrégularités dans le phénomène de la décroissance du son dans une salle. L'acoustique architecturale classique, au contraire, considère la réverbération dans son ensemble, comme une moyenne de toutes les réflexions indépendamment de l'emplacement de la source sonore et du collecteur.

— Des recherches récentes de bruitage synthétique peuvent donner une illusion plus vivante de la vérité et traduire avec plus de force certaines images sonores, par comparaison avec les procédés d'enregistrement direct des bruits écoutés avec une oreille et une perspective fausse.

— Les procédés de stéréophonie sonore apportent indiscutablement une amélioration sensible. Ils redonnent au moins partiellement les facultés primordiales de « l'écoute intelligente », facultés qui sont plus importantes que l'argument du repérage géographique d'un point dans l'espace.

Hypothèse de l'espace de présence. — L'explication que nous avons donnée ci-dessus pour montrer la différence entre ces deux genres d'auditions laisse supposer un certain effet de masque subjectif qui s'oppose aux sons réverbérés gênants. Bekesy donne une théorie plus approfondie en énonçant l'hypothèse de « l'espace de présence » basé sur la notion de la « durée de présence » étudiée en psychologie expérimentale. Nous ne pouvons percevoir d'une façon distincte l'effet visuel et l'effet sonore que lorsque ceux-ci ont une durée supérieure à 0,8 sec. Nous envisageons ici les perceptions autonomes qui se détachent nettement.

Considérons la figure ci-jointe.

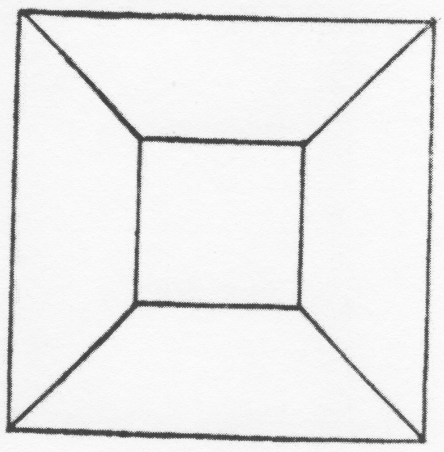

Fig. 9.

Elle représente une pyramide tronquée. Observez-la attentivement. Vous pouvez la voir, soit en relief, soit en creux. Essayez à présent de passer alternativement d'une version à l'autre. La transition ne peut jamais s'effectuer instantanément. Commencez d'abord lentement l'opération, vous arriverez à une vitesse limite d'inversion. Chronométrez le temps pour 20 inversions, par exemple. Vous constaterez qu'il s'écoule environ 8/10 de seconde entre deux inversions successives.

Voici un autre exemple : le nombre de syllabes des mots est limité par la durée de leur prononciation avant que l'auditeur puisse les percevoir en bloc. Une statistique a été faite. On a trouvé que pour un texte courant, la fréquence des substantifs et des verbes ayant un nombre de syllabes déterminé s'exprime par le tableau ci-dessous :

Nombre de syllabes.....	1	2	3	4	5	6	7
Fréquence (en %) substantifs.....	17,5	45,2	22,0	11,4	3,4	0,3	0,1
Fréquence (en %) verbes..	29,3	45,4	16,4	7,7	1,2	0,0	0,0

On constate que les mots de plus de 4 syllabes sont très rares. La durée d'une syllabe pour une conversation courante est de l'ordre de 0,21 sec. La durée de présence au cours de laquelle nous percevons en bloc la majeure partie des mots pendant une conversation courante est d'environ 0,84 sec.

Bekesy applique cette notion au mécanisme de l'audition dans une salle. Il est facile de vérifier la remarque suivante : dans une salle de concert assez sonore, un orchestre interprète une partition symphonique avec des accords détachés suivis de silence. Au bout d'un intervalle de temps, votre attention qui était concentrée sur la source sonore sans être fixée sur la présence de sons réverbérés, se trouve brusquement alertée par cette traînée sonore qui semble parvenir à vos oreilles d'un autre emplacement du fond de la salle, par exemple, du haut du plafond ou des côtés des murs, suivant les caractéristiques de la salle. Donc, à un moment donné, il y a rupture entre le complexe de présence localisée de la source sonore (volume de présence) et ce complexe d'une source sonore secondaire (la réverbération devenue apparente). En d'autres termes, le volume sonore s'est brusquement agrandi. Lorsque le temps de réverbération de la salle est inférieur à la durée de présence, à l'audition directe, la réverbération semble provenir de cet espace de présence, comme si les sons directs et les sons réverbérés étaient émis du même emplacement d'origine. Par contre, lorsque le temps de réverbération est supérieur à la durée de présence, les sons réverbérés qui parviennent à l'oreille au delà de cette constante de temps semblent provenir d'un autre emplacement que la source sonore. Bekesy désigne ce cas sous le nom de « réverbération étouffée ». Celle-ci se trouve localisée dans une autre direction à la suite du temps de présence.

Dans un studio, le microphone supprime cet avantage de l'écoute dirigée et l'espace de présence devient identique à l'espace total du studio. Lorsqu'une source sonore est stoppée brusquement, elle semble décroître suivant la loi physique de décroissance du son et cet effet d'étouffement et de masque ne peut intervenir. Si cette explication de Bekesy nous semble assez logique, pour autant qu'elle se rapporte à la notion de durée de présence, nous ne suivrons pas ses conclusions, lorsqu'il termine son raisonnement en considérant que la réverbération n'est un phénomène utile que pendant la durée de présence. Lorsque le temps de réverbération dépasse cette durée, il conclut (en débordant sur le plan esthétique) que la réverbération est perçue comme une gêne.

Distance apparente à l'audition microphonique.

Au travers du canal microphonique, l'effet d'éloignement est dû en premier lieu à la variation du rapport son direct - son réverbéré. Nous avons donné ci-dessus la valeur du rapport G (page 22)

$$G = \frac{13{,}8\ V}{4\ \pi\ c\ d^2\ T}$$

G caractérise la grandeur apparente de la source. Nous désignerons cette valeur : facteur de grossissement et nous nous proposons d'envisager comment se traduit à l'audition microphonique la variation de ce rapport.

ÉTUDE DES PLANS SONORES EN FONCTION DE LA DISTANCE MICROPHONIQUE

Nous admettrons que le niveau d'écoute restera constant au cours des expériences suivantes afin d'éliminer les erreurs dues au déplacement apparent de la source sonore dans l'espace par suite d'une variation de l'intensité d'écoute.

Nous distinguerons trois cas :

— distance microphonique croissante : plan d'atmosphère ;

— distance microphonique décroissante : plans américains, gros plans ;

— plan de présence normale ou plan moyen.

A. — Plan d'atmosphère.

Débutons par un emplacement normal d'un speaker devant le microphone dans un studio de taille moyenne. Nous lui demanderons de s'éloigner lentement du microphone, face à la même direction d'origine, tout en interprétant un texte neutre.

Voici ce que nous constatons à l'écoute :

Les sons directs captés par le collecteur diminuent et les sons réverbérés deviennent rapidement prépondérants.

Dès le début de l'expérience, la couleur sonore du studio apparaît progressivement. L'effet d'ambiance du milieu acoustique s'accroît d'autant plus rapidement que le volume de présence s'identifie avec tout l'espace du studio. Donc, l'auditeur perçoit une impression d'accroissement de l'espace sonore.

Dans un autre ordre d'idées, il semble que l'image sonore s'est déplacée dans un plan situé en arrière du haut-parleur.

Recul microphonique. — Si la distance microphonique tend à augmenter, la source sera vue avec un certain recul. Elle nous apparaîtra de dimensions plus réduites. Son et vision sont conjugués. En revanche, la source sonore est vue dans son ensemble au détriment des points de détail. Dans le même esprit,

lorsque nous sommes placés aux pieds d'une Cathédrale, nous apercevons un premier plan, « la sculpture d'un portail, par exemple », mais l'ensemble de l'œuvre nous échappe. Avec un certain recul, nous pourrons embrasser toute la surface apparente du monument. Cette considération montre qu'il y a lieu de définir pour toute prise de son une certaine optique géométrique : l'angle de vue sous lequel l'observateur perçoit la scène et le point de fuite de cette perspective. Nous introduisons ainsi la notion d'architecture sonore.

Corrélations entre les impressions esthétiques et les données physiques. — Ces plans d'atmosphère traduisent des effets d'ambiance et de masse. Ils sont utilisés pour dépeindre des impressions d'espace et de grandeur.

Placé à distance, l'auditeur peut observer une scène dramatique ou suivre une partition musicale sous un angle de vue qui embrasse l'ensemble de l'action, sans être noyé par les détails. L'œuvre apparaît ainsi dans son unité. Nous avons encore le souvenir des anciens enregistrements de musique symphonique réalisés dans des ambiances sonores trop mates. Leur première caractéristique est de traduire une impression de pauvreté et de dimension réduite. Cette impression ne se localise pas seulement sous la forme d'une expression physique de grandeur apparente du studio, mais elle réagit avant tout sur l'expression esthétique du thème musical.

Nous voudrions attirer l'attention du lecteur sur le point suivant : il ne faut pas confondre technique des plans sonores avec perspective sonore au sens « descriptif » de ce mot. Cette technique poursuit avant tout un but d'expression esthétique. Elle doit être conforme à l'idée du texte parlé et de la phrase musicale. Il importe que les jeunes techniciens s'initient rapidement à cette conception picturale du son.

Voici une expérience que nous proposons à tous les débutants : un élève interprète devant le microphone trois textes parlés de nature différente :

— un texte neutre (une description géographique, par exemple) ;

— un passage d'un caractère plus « intime » (« Toi et Moi », de Paul Géraldy, par exemple) ;

— une scène avec une tension dramatique très forte (Racine, 3e acte de Phèdre, par exemple).

La démonstration est si flagrante que les élèves déplacent spontanément l'interprète dans trois plans différents étagés en profondeur.

Il serait fastidieux d'énumérer les défauts courants de prise de son qui sont à la base d'une définition incorrecte du plan d'atmosphère. Citons entre autres :

— les variations dynamiques d'un orchestre placé dans un plan trop rapproché nécessitant des interventions constantes au potentiomètre et donnant toujours l'impression d'une saturation.

— les voix des artistes lyriques qui, placées en gros plan, traduisent une impression d'étouffement. Le timbre des voix paraît vrillant et incisif. Placées dans un plan d'atmosphère, ces voix peuvent s'épancher librement. Elles sont aérées et mises en valeur par la couleur sonore du cadre acoustique.

Limite supérieure du plan d'atmosphère. — Nous avons admis pour cette mise en valeur du plan d'atmosphère que le speaker se déplace dans un studio de taille moyenne. Très rapidement, la proportion des sons directs décroît, comme nous l'avons vu et le rapport « G » apparent à l'audition est pratiquement caractérisé par la réverbération totale apparente du studio. Cette limite supérieure est caractérisée par la couleur sonore du studio et par tous les paramètres énumérés dans le chapitre précédent au cours de l'étude de la réverbération apparente. Ainsi, dans un petit local, nous avons beau placer la source sonore au fond du studio, celle-ci nous apparaît dans le cadre d'une pièce de dimensions réduites et l'expression esthétique que nous avons escomptée, à savoir un agrandissement apparent du cadre pour une impression de grandeur, de force, est en définitive contrecarrée par la dimension géométrique réduite de ce local. Bon nombre de radio-drames sont interprétés dans des studios de taille trop petite et les expressions tumultueuses des acteurs placés en plans d'atmosphère, au lieu de souligner l'idée du texte, produisent, au contraire, une fâcheuse impression de pauvreté. Les anciens metteurs en onde ont plus d'une fois ressenti cet inconvénient. C'est une des raisons (il en est d'autres, notamment la difficulté de traduire dans ces petits studios les effets de plein air) pour lesquelles ceux-ci préfèrent des studios de parole fortement amortis.

B. — Distance microphonique décroissante. — Plans américains. — Gros plans.

Reprenons notre expérience avec un speaker placé face au microphone, à une distance normale, dans un studio moyen. Nous lui demanderons à présent de se rapprocher lentement en direction du microphone.

Diminution de l'impression d'espace. — Tout d'abord, la présence de sons réverbérés laisse percevoir une diminution du milieu sonore. Puis, cette impression de l'espace s'estompe. Pour une petite variation de la distance « *d* », nous percevrons à l'écoute une diminution sensible de l'influence du milieu. Les variations des impressions subjectives de notre oreille ne suivent pas une loi linéaire pour un déplacement correspondant de la source sonore. Et cette dernière semble se localiser en avant du haut-parleur.

Le microphone joue le rôle de microscope. — Rapprochons l'acteur du microphone. Nous constaterons que la source sonore paraît s'agrandir. A partir de ce point critique, le microphone joue le rôle de microscope, et la surface totale de la source nous échappe. Cet effet de microscope n'est valable qu'à partir d'une distance rapprochée. Dans cette zone, G peut être considéré comme le grossissement apparent de la source sonore. L'objet semble placé entre le foyer et la loupe et nous apparaît comme une image virtuelle.

Plans américains — Gros plans. — On a coutume d'utiliser des désignations employées dans le langage de la technique de prise de vue. On distingue :

— les plans américains ;

— les gros plans et les très gros plans

suivant la valeur apparente de l'objet.

Si nous rapprochons la source sonore du microphone, les moindres nuances sont accusées, leurs proportions sont exagérées. Les silences et les inflexions de la voix sont disséqués et prennent une valeur souvent hors de proportion avec la réalité. Chaque articulation prend une individualité propre.

En très gros plan, la voix de l'acteur nous apparaît avec un effet de présence et d'intimité marqué. Nous avons l'impression que cette voix s'est rapprochée de notre oreille. Il arrive même un moment où, dépassant les limites physiques, du tympan de notre oreille, elle semble pénétrer en nous-mêmes et s'adresser à notre subconscient. Pierre Scheffer écrit : « L'auditeur a l'impression d'être comme habité par la voix de celui qui parle ». La distance microphonique « *d* » qui correspond du côté studio à une dimension de longueur, se traduit à l'écoute par une sorte d'extrapolation subjective. Cet effet de présence établit une identité subjective des idées et des impressions entre l'acteur et l'auditeur.

Jacques Copeau dit à ce sujet : « Privée de l'autorité du regard, privée de mains et de corps, la voix de celui qui parle au microphone n'est pas désincarnée. Au contraire, elle trahit l'être avec une fidélité extrême, elle le trahit même avec indiscrétion ».

De même, on peut obtenir des effets particuliers avec des instruments de musique placés en très gros plan. La clarinette jouée dans le registre grave très près du micro donne un son particulièrement coloré et velouté. Il est également classique de disposer les trompettes et trombones bouchés en gros plan et de renforcer en premier plan certains effets de violon tzigane.

Inconvénients du gros plan. — Placer une source sonore tout au voisinage du microphone se traduit en général par de nombreuses déformations.

— Ainsi, les timbres sont facilement déformés ; l'accentuation apparente des graves par rapport aux aigus se traduit par une diminution de l'intelligibilité du texte ; le son devient flou et manque de mordant. La figure n° 26 page 137 indique l'augmentation apparente des fréquences graves en db avec un microphone du type vitesse et gradient de pression pour des distances de 20, 40 et 80 cm.

— Toutes les nuances sont exagérément amplifiées et se traduisent par des éclats de voix souvent difficiles à corriger au potentiomètre.

Cette prise de son des voix et des instruments exige une technique toute particulière de la part des exécutants, en particulier ce qui concerne le souffle, l'homogénéité et la continuité de l'énergie vocale (technique des voix détimbrées).

C. — Plans de présence normale ou plans moyens.

Nous venons de définir les limites inférieures et supérieures de cette échelle subjective des distances microphoniques. Les deux variables : ambiance et grandeur apparente de la source sonore varient en sens inverse l'une de l'autre. Nous avons distingué deux zones : Dans la première, le microphone agit comme microscope. Dans la deuxième, la source sonore est éloignée. Elle nous apparaît avec un certain recul. Les variations d'une limite à l'autre sont progressives.

On peut donc se demander pour quelle valeur de « *d* » les impressions d'écoute changent de sens. Le tableau ci-joint résume ces effets :

Plan sonore	G	Grandeur apparente de la source	Grandeur apparente du milieu	Impressions traduites
Plan d'atmosphère ou plan d'ensemble.	Tend vers 0	Plus petite que la réalité.	Maximum	Impression d'espace, de masse, de force et de puissance.
Plan de présence normale.	Tend vers 1	Grandeur normale.	Conforme à la réalité	
Gros plan.	Tend vers ∞	Plus grande que la réalité.	Minimum	Intimité, cadre réduit.

La notion de « présence normale » caractérise ce point critique. L'impression de ce plan sonore correspond, en effet, à l'audition directe dans les conditions normales, lorsque nous échangeons une conversation avec une tierce personne. Que notre interlocuteur soit placé à 1 ou 5 mètres de nous, notre attention n'est pas impressionnée par une discrimination des sons réverbérés et des sons directs. Les prises de son courantes, à moins que la mise en ondes ne recherche un effet justifié de gros plan ou de plan d'atmosphère, devraient utiliser ce plan de présence normale que nous appelons également plan moyen.

L'abus du gros plan au cours des émissions de théâtre radiophonique est une indiscrétion vis-à-vis de l'auditeur. Les diffusions de chanteurs de charme « collés au micro » touchent parfois à la vulgarité.

La position normale devant le microphone est donc celle qui nous donne une impression de présence naturelle, sans déformation des dimensions apparentes de la source sonore.

Nota. — Les termes « présence » et « ambiance », d'un usage courant, donnent lieu à quelques désaccords, faute de les avoir clairement définis. Il semble plus efficace de partir de la notion subjective pour la préciser ensuite en termes de prise de son.

On appelle « présence » cette faculté que peut avoir un son ou une voix de s'imposer à l'attention, si l'on peut dire, « d'accrocher l'oreille ». Ainsi, la *présence* est directement liée à l'étendue du *spectre du son direct*, ce qui implique la richesse des régimes transitoires. (C'est ainsi que certaines voix ont naturellement plus de « présence » que d'autres).

La présence diminue avec la perte des graves (spectre moins étendu) et encore plus si l'on coupe les aiguës (appauvrissement des régimes transitoires), d'où les effets de « plans irréels » obtenus par divers trucages (en particulier les filtres : cf. chapitre des distorsions subjectives, page 145) : pas de réverbération, donc plan sonore rapproché, mais pas de « présence ».

En studio, la réverbération homogène altère les régimes transitoires à mesure que « G » décroît, ce qui diminue donc la « présence ». Dans ce cas, « plan sonore » et « présence » sont deux notions liées que l'on confond souvent sans inconvénient. « G » diminuant, c'est alors qu'apparaît « *l'ambiance* » (sourde, claire, etc...) caractérisée par le *spectre des sons réverbérés*, notion qui est donc symé-

trique de celle de « présence ». Dans ce cas encore, on peut dire qu'on passe d'un « plan de présence » à un « plan d'ambiance ».

En revanche, l'utilisation d'une chambre d'écho ou une traînée de réverbération très « décrochée » par rapport au son direct, ne modifie pas sensiblement le spectre du son direct : la « présence » reste inchangée. Le plan sonore varie en ce sens que « G » décroît, mais c'est le cadre acoustique qui augmente de dimensions apparentes et non la source sonore qui s'éloigne.

On voit ainsi que, loin d'être un corollaire du « plan sonore », la « présence » en est le complément qui permet de lever l'indétermination entre la variation du cadre spatial apparent (caractérisé lui-même par son ambiance) et le déplacement de la source sonore dans un cadre spatial de dimensions fixes. La confusion courante était due au fait que dans les cas les plus usuels rencontrés en studio, le plan sonore, la présence et l'ambiance sont des variables liées, les deux premières par une réverbération sensiblement homogène du local, la troisième étant imposée par la forme géométrique (toniques apparentes) et le traitement acoustique du studio.

Il est intéressant de noter que, tout à l'inverse, Maxfield qualifie de « présents » les plans pour lesquels, à l'écoute, la source sonore semble située en arrière du haut-parleur. En gros plan, au contraire, « le son est projeté en dehors de la boîte qui contient le haut-parleur. Dans ces conditions, le son a un caractère artificiel qui ne peut être confondu avec l'effet de présence d'une personne réelle ». Ce qu'il qualifie « d'absence ». Il semble donc qu'il y a lieu de dissocier les notions de « plan sonore » et de « présence ».

TECHNIQUE DES PLANS SONORES

I. — Plans sonores et architecture sonore.

Un architecte commence la conception d'un ouvrage par une esquisse très large des grandes lignes sous la forme de croquis de masse, recherchant l'équilibre et la répartition des éléments de masse. Il est souhaitable, dans le domaine de la prise de son, de considérer sous le même angle de vue une partition d'orchestre, le livret d'un film ou d'un radio-drame avant de s'attacher à des détails d'exécution ou de mise au point. Pour chaque personnage, pour chaque groupe d'instruments, de solistes, il convient de définir leur grandeur apparente, leur relief, leur valeur, par rapport aux autres groupes qui les entourent. Sinon, l'édifice sonore sera mal équilibré, voire insuffisamment esquissé. Toute la charpente sonore s'écroulera et l'auditeur sera dérouté ; l'ambiance générale du drame paraîtra factice. Mais ce découpage suppose déjà au préalable une définition plus précise des conceptions esthétiques de ces éléments sonores. C'est le premier travail de collaboration entre le technicien de la prise de son et le metteur en scène ou le chef d'orchestre.

Cette conception s'apparente directement à la technique de la mise en page d'un livre, d'un journal bien composé. Certains titres se détachent en gros plan ; l'ensemble est placé dans un cadre général qui met le texte en valeur.

Voici un exemple simplifié : une pièce radiophonique comporte presque toujours les groupes sonores suivants :

— l'ambiance normale dans laquelle se déroule l'action.

Ce plan sonore est fixé par les caractéristiques acoustiques du cadre dans lequel se trouve placé le drame. Le plan d'action varie constamment.

Considérons le diagramme polaire d'un microphone à ruban double face représenté schématiquement par la figure nº 5.

Lorsque la source sonore se déplace autour du microphone en décrivant un cercle, l'énergie du son direct capté par le micro décroît, passe par un minimum pour $\varphi = 90^{o}$, alors que la densité des sons réverbérés reste constante. Le plan sonore apparent varie donc depuis l'effet de présence (incidence normale) jusqu'au plan d'atmosphère.

VARIATION DU PLAN SONORE EN FONCTION DE L'ANGLE D'INCIDENCE MICROPHONIQUE

a) - CAS D'UNE SALLE HOMOGÈNE -

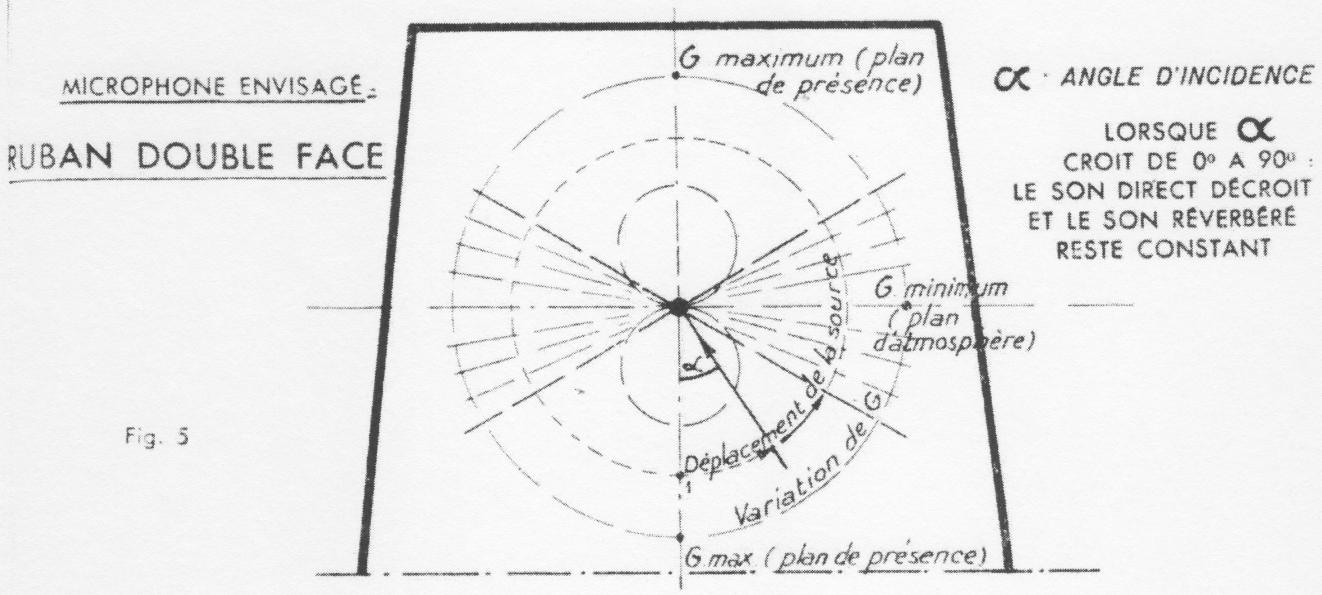

Fig. 5

b) — CAS D'UNE SALLE NON-HOMOGÈNE -

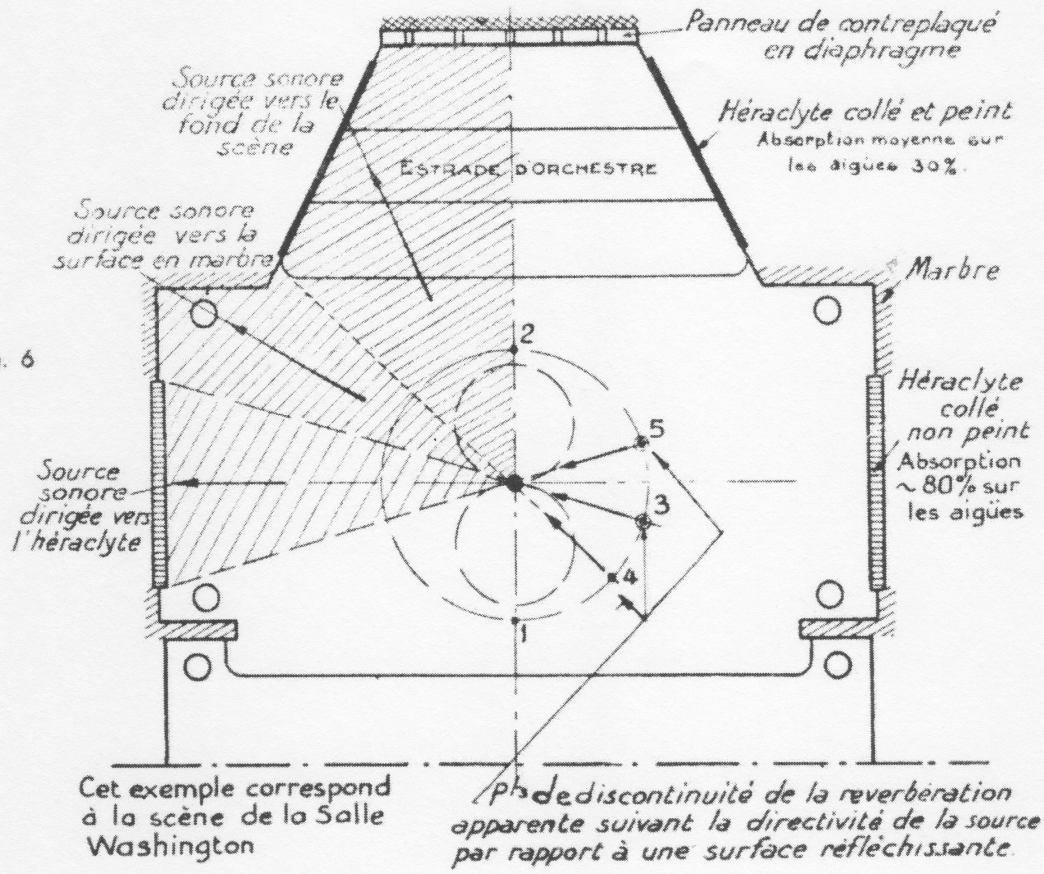

Fig. 6

Dans l'exemple précédent, la sensibilité à toutes fréquences diminue d'une façon progressive en fonction de φ. Par contre, dans ce cas, seules les fréquences élevées chutent lorsque φ augmente (effet de diffraction).

Considérons une incidence oblique de 45°. L'énergie des sons directs perçus par le microphone aux fréquences élevées est diminuée ; celle des sons réfléchis reste sensiblement constante. A priori il semble donc qu'à l'audition, la source s'est éloignée dans un plan plus lointain. Une écoute attentive permettra de dissocier deux plans sonores :

— celui qui correspond aux fréquences aiguës, donc plus lointain par comparaison avec la position face à la normale d'incidence ;

— un deuxième plan qui a trait aux notes graves.

Ce dernier n'a, en réalité, pas changé et semble toujours aussi présent. Nous retrouvons ici, sous une forme un peu différente, un deuxième plan sonore virtuel correspondant à la même source. Ce genre de défaut se rencontre couramment lors des prises de son d'un piano. Il est alors très facile de noter un véritable déséquilibre entre la perspective des notes graves et celle correspondant aux notes élevées. Il va sans dire que pareille mise en page est à éviter.

PROCÉDÉS DE RÉGLAGE DES PLANS

1° *Etager les sources sonores en profondeur.* — C'est le procédé classique du radio-théâtre lorsqu'un personnage doit évoquer un mouvement d'éloignement ou d'arrivée.

2° *Se servir des caractéristiques directionnelles du microphone avec un microphone double face.* — L'effet de travelling sonore sera réalisé par un simple déplacement de l'acteur sur le côté du microphone.

3° *Utilisation d'un deuxième microphone placé à distance.* — Le mélange de cette modulation supplémentaire introduit de la réverbération apparente, donc agit en fin de compte sur le dénominateur du rapport G qui se traduit par une variation de plans.

4° *Procédés de réverbération réglable.* — Ils agissent également sur la réverbération apparente. Le potentiomètre de commande du meuble Bernard Roux commande directement le dosage du rapport son direct - son réverbéré. Nous rappelons cependant qu'il est prudent d'utiliser ces procédés artificiels avec réserve. Lorsque l'oreille fait une discrimination très nette entre le son direct et la traînée sonore due à la réverbération artificielle, ce genre de truquage est désagréable et se résume à nouveau par un effet d'absence d'homogénéité de plan. C'est en réalité deux plans que l'oreille perçoit : l'un présent, l'autre virtuel situé dans le très lointain.

5° *Les nouvelles consoles de prise de son sont équipées avec un dispositif de réinjection de la modulation Pick-Up.* — La modulation des P.U. est reprise avec un microphone placé dans le studio. La balance de ces deux modulations représente le rapport son direct-son réverbéré et permet ainsi de réaliser un effet de travelling du décor sonore.

Voici un exemple : « La scène se passe dans une pièce qui donne sur un couloir. Un premier personnage est censé être au piano en train de jouer. La perspective sonore suit un deuxième personnage qui arrive par l'autre extrémité de ce couloir, se rapproche du piano jusqu'en premier plan ». Ce truquage est très simple : au début de ce travelling, la modulation du disque de ce piano est envoyée par haut-parleur dans le studio et reprise intégralement avec un microphone lointain, puis, progressivement, l'opérateur introduit dans le mélange la modulation Pick-up directe, tout en diminuant le taux de reprise dans le studio. Cet effet de balance est accompagné en parallèle d'une progression de niveau apparent de la source. Ce procédé peut être appliqué de la même façon et avec les mêmes principes, lorsqu'on dispose d'une sonorisation dans une salle ou dans un local avoisinant.

6° *Agir sur la directivité de la source par rapport au microphone.* — Ce procédé est souvent très efficace. Ainsi la couleur et le plan sonore apparent des cuivres d'un orchestre changent souvent totalement de caractère, suivant que ceux-ci jouent face au microphone ou de biais. Une cantatrice particulièrement, et même un speaker, lorsqu'ils détournent légèrement la tête dans un studio un peu sonore, font varier leur plan sonore apparent, surtout si un deuxième microphone est ouvert dans ce même studio.

Les instrumentistes de l'Orchestre de Jazz Willy Lewis avaient un sens inné des réactions acoustiques d'un studio. Suivant la nature du contexte musical, ils dirigeaient instinctivement leurs instruments vers une zone acoustique qui amplifiait avec une résonance apparente la sonorité des cuivres ou des saxophones ; tantôt, au contraire, ils se groupaient et orientaient les pavillons de leurs instruments vers les surfaces absorbantes pour mettre en valeur un effet ouaté, plus atténué et plus fondu. Leur exécution se traduisait constamment à l'écoute par un mouvement de travelling sonore dans l'espace mettant en valeur la phrase musicale.

7° *Utilisation des filtres pour donner un contraste plus frappant entre deux plans sonores : présent et lointain* (voir pages 145-146). — Avant que cette méthode ne soit employée, les producteurs avaient souvent recours à des procédés acoustiques un peu moins efficaces, mais similaires. Ils calfeutraient la source en l'entourant de tentures ou de matériaux fortement absorbants afin de créer un effet de plan lointain.

Voici un truquage également souvent utilisé : il est très simple et fort efficace : dans un studio, il est souvent difficile de traduire l'effet d'une voix qui est censée appeler au lointain en plein air. Utilisez un microphone à bobine mobile du type 618 Western ou 55 A Mélodium. Faites « crier » l'interprète tout près du microphone, tout en fermant presque complètement le potentiomètre correspondant. L'effet est tout autant réussi avec un microphone P.U.D. et de meilleure qualité pour créer des « voix blanches ». Il faut également que les comédiens sachent ajuster leur débit en faisant traîner les voyelles sans trop marquer les transitoires (consonnes dures : *t*, *d*, *k*, etc...).

8° *Microphone baladeur.* — Dans tous ces procédés énumérés, nous avons toujours considéré un microphone immobile.

Nous avons vu que nous sommes rapidement gênés par la qualité des sons réverbérés du studio ou bien de la chambre de réverbération réglable. Pour donner plus de vérité aux effets de plan sonore, il est préférable de se placer dans des situations acoustiques qui se rapprochent des propriétés réelles du milieu évoqué. L'effet de travelling sera plus saisissant si le microphone se déplace en même temps que la source sonore et passe progressivement d'une ambiance à une autre avec des caractéristiques de fréquences propres différentes.

Il y a deux moyens de réaliser cet effet et nous citerons des exemples détaillés dans le chapitre Radio-Théâtre :

a) soit utiliser un microphone baladeur qui accompagne l'acteur ou la source sonore au cours de ses déplacements ;

b) soit disposer une chaîne de microphones répartis tout au long du parcours en des points de caractéristiques sonores variées (par exemple dans le studio, le couloir, le jardin, sur le perron, l'escalier, etc...).

EXPÉRIENCE DE BEAUNE

La Radiodiffusion avait organisé en août 1942 un stage d'études à Beaune. La Cour de l'Hôtel du Duc de Bourgogne était utilisée comme studio. L'auteur a profité des caractéristiques acoustiques particulièrement favorables de ce studio improvisé pour étudier par une méthode objective les variations du rapport son direct - son réverbéré.

Nous avons enregistré avec un enregistreur logarithmique des voyelles émises sous forme de sons brefs. Les courbes relevées accusaient un point d'inflexion au cours de la décroissance du son, ce qui permettait de discriminer l'énergie des sons directs et celle correspondant aux sons réverbérés.

Les résultats calculés ont été relevés sur la figure ci-jointe en utilisant une échelle logarithmique pour les distances microphoniques « D » et une échelle linéaire pour les valeurs de G (Voir figure 8).

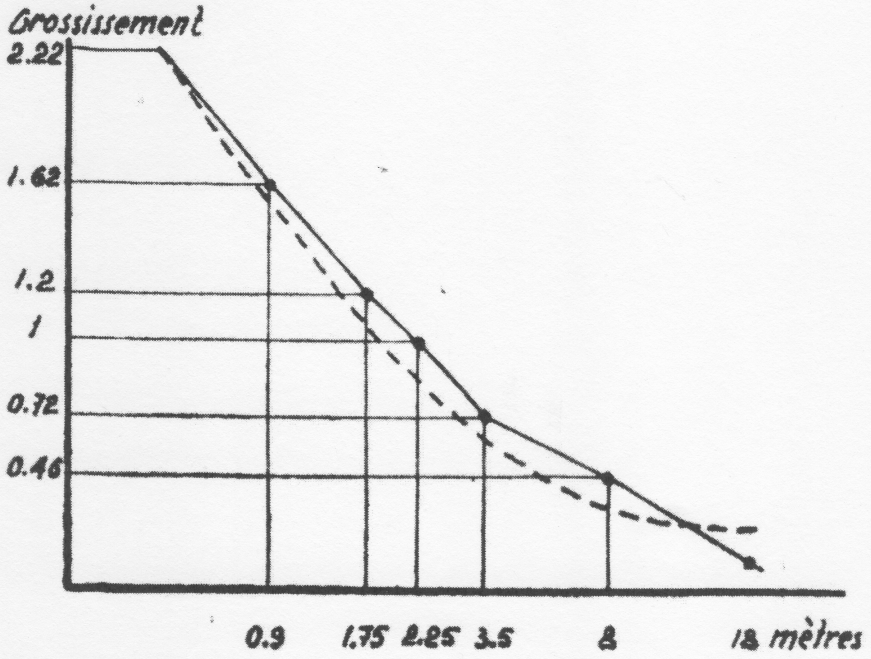

FIG. 8. — Stage de Beaune. Variation du grossissement en fonction de la distance.

TABLEAU DES VALEURS DE G MOYEN EN FONCTION DE D :

D	G MOYEN	OBSERVATIONS
3 cm	+ ∞	Son réverbéré pratiquement nul
45 »	2,22	
90 »	1,62	
1 m 75	1,2	
3 m 50	0,72	
8 m	0,46	
18 m	0	Son direct pratiquement nul

On voit que le grossissement G tend vers $+\infty$ lorsque D tend vers 0 (effet de microscope du microphone).

Le rapport G tend vers 0 lorsque D devient élevé (diminution apparente de la grandeur de la source sonore).

Nous référant à cette courbe, la distance D pour laquelle G = 1 est de 2 m. 20 environ pour les conditions données de l'expérience faite à Beaune.

Hypothèse de l'égalité « sons directs et sons réverbérés » dans un plan moyen. — Il se trouve que cette valeur relevée par une méthode objective correspond pratiquement à la distance microphonique qui traduit une impression d'écoute agréable avec une grandeur apparente de la source sonore normale et une présence naturelle, ceci correspond au plan sonore de présence normale. La majeure partie des productions avaient été enregistrées dans ce studio à cet emplacement microphonique.

A la suite de ces résultats, nous avons émis l'hypothèse suivante : « Pour obtenir une écoute microphonique agréable et une impression de présence naturelle, l'énergie des sons directs apparents doit être égale à l'énergie des sons réverbérés apparents ».

Il est intéressant de comparer ces résultats aux lois générales de mécanique et d'électricité.

Il semble aussi possible de retrouver par ces procédés de mesures purement objectifs des résultats d'écoute qui sont d'ordre esthétique.

A titre de vérification, on peut calculer approximativement pour quelle distance microphonique D, ce rapport G est égal à l'unité.

On tirera directement de la relation G la valeur de :

$$D = \sqrt{\frac{13{,}8\ V}{4\pi\ c\ T}}$$

Le tableau suivant résume les valeurs de D pour G = 1.

Volume	100	500	1000	5000
T_r	0,8	1	1,1	1,3
D	0,63	1,25	1,90	3,50

T_r utilisé correspond aux valeurs normales employées couramment dans les studios.

Nota. — Dans un récent article, Maxfield décrit une étude sur la Constante Acoustique d'un espace limité. Les conclusions se rapprochent des principes que nous avons énumérés ci-dessus.

Il s'efforce de trouver une constante acoustique qui caractérise ce qu'il appelle « la vie » d'un studio pour un certain emplacement microphonique. Les effets subjectifs qui sont compris dans les effets de « vie » sont caractérisés par les données suivantes :

1° Un changement dans la qualité générale du son ; ce changement est qualifié par les musiciens de résonance ou rondeur.

2° Les sons de divers instruments sont brassés et forment un son d'ensemble.

3° Il existe un sens de la perspective acoustique.

4° L'auditeur conçoit approximativement les dimensions de l'auditorium.

La constante de « vie » ainsi définie est fonction des variables suivantes et d'elles seules :

a) les propriétés acoustiques de la pièce ;

b) la distance de la source sonore à l'auditeur ;

c) la directivité de la source sonore et la directivité du dispositif collecteur du son.

Il reste à définir les valeurs qu'il conviendrait de donner à ce rapport entre l'énergie des sons directs et l'énergie des sons réverbérés. Il envisage :

— le rapport « Q » qui correspond à l'inverse du rapport G que nous avons défini et calculé ci-dessus ;

— le rapport « L » qui fait intervenir l'intégrale de la densité de l'énergie des sons réverbérés en fonction du temps :

$$\frac{1}{V}\int_o^t E\,dt$$

et la valeur de l'énergie des sons directs.

Ce rapport a comme expression :

$$L = \frac{4\pi\, c\, T^2\, d^2}{(13{,}8)^2\, V}$$

Maxfield prend plutôt en considération cette deuxième expression en s'appuyant sur les remarques de Mac Nair d'après lesquelles l'oreille se comporte comme un dispositif d'intégration. Or l'intégration de l'oreille est contestable. Elle ne s'applique qu'à des temps très courts et suit en cela tous les processus physiologiques (chronaxie) ; ceci traduit plutôt une forme « d'inertie ». Maxfield ne fait pas de distinction entre le coefficient de vie optimum correspondant à l'écoute microphonique et celui se référant à l'audition directe. Il se réfère, entre autres, à des essais d'intelligibilité effectués dans des salles de caractéristiques acoustiques variables. L'intelligibilité diminue lorsque la réverbération devient trop grande. Mais si on dépasse le plan de présence normale, en se rapprochant du gros plan, l'intelligibilité reste maximum.

Cette considération ne fait pas intervenir la grandeur apparente de la source ni les effets de présence ou d'éloignement subjectifs qui correspondent en même temps à une conception esthétique. Maxfield se base sur des données physiques.

Il est certain que l'oreille est très sensible à la nature des régimes transitoires. Nous pensons que la transformation du mode d'attaque du son direct par opposition avec le mode d'attaque des sons réverbérés (page 170) peut également expliquer le pouvoir de discrimination de l'oreille entre le son direct et le son réfléchi.

Il nous a été possible de vérifier les valeurs des distances microphoniques correspondant aux plans de présence normale dans plusieurs studios de la R. D. F. Ceci semble confirmer l'hypothèse que nous avons émise : pour obtenir une mise en page correcte dans un plan de présence normale, l'énergie des sons directs doit être égale à l'énergie des sons réverbérés apparents.

RÉFÉRENCES

G. V. Bekesy, Uber die Entstehung der Entfernungsempfindung beim Hören (Akust. Zeits. Januar 1938).

Wolfgang Metzger, Das Raumliche der Hör- und Sehwelt bei der Rundfunkübertragung.

Maxfield, Liveness in Broadcasting, Bell Telephone Laboratories. J.A.S.A. Janv. 47.

Mac Nair, W. A. « Optimum Reverberation Times » J.A.S.A. 1930, vol. 1, p. 242.

Bekesy, Annalen der Physik, vol. 8, 1931.

William Stern, Zeitschrift, Psychol. U. Physiol. d. Sinnesorgane, 13, 1897.