



C. G. NIJSEN

LE MAGNETOPHONE

**Un manuel complet de
l'enregistrement magnétique
et de ses nombreuses
possibilités**



MONOGRAPHIES PHILIPS





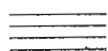
LE MAGNETOPHONE

N.V. UITGEVERSMAATSCHAPPIJ CENTREX
EDITIONS CENTREX
EINDHOVEN

LE MAGNETOPHONE

Un manuel complet de l'enregistrement magnétique
et de ses nombreuses possibilités

C. G. NIJSEN



MONOGRAPHIES PHILIPS



Traduit du néerlandais par R. L. L. Ciais, Rueil-Malmaison, France

D'autres versions de ce livre en anglais, allemand, espagnol et néerlandais

Ce livre comporte 142 pages, 57 illustrations et 30 pages de photos

C.D.U. Nr. 681.84

Edition néerlandaise

© N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Pays-Bas, 1963

Edition française

© N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Pays-Bas, 1964

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays

Nous ne donnons pas la moindre assurance ou garantie que la matière exposée dans le présent ouvrage soit libre de droits de brevets; rien de ce qui y est publié ne peut être interprété comme accordant tacitement ou d'une autre manière une licence sur des brevets, quels qu'ils soient.

Imprimé aux Pays-Bas

INTRODUCTION

Cet ouvrage est consacré au magnétophone, ce merveilleux appareil dont les principes étaient déjà connus au début du siècle mais qui sommeilla dans les laboratoires jusqu'au jour où il entreprit une tournée triomphale dans le monde, il n'y a pas 10 ans. Oui, c'est vraiment un merveilleux appareil et une merveille technique: l'on peut encore considérer comme de la magie le fait qu'une simple pression sur un bouton permet de fixer la voix, la musique ou tout autre son, et de le reproduire à tous moments, même immédiatement après l'enregistrement.

L'aspect le plus étonnant du magnétophone est bien le fait que l'on dispose immédiatement de «l'impression sonore». Comparé à la photographie et aux films, le médium prend ici nettement l'avantage. Un enregistrement sonore peut être non seulement écouté immédiatement, mais également à volonté immédiatement effacé, de sorte que le matériau est disponible pour de nouveaux enregistrements. De plus, pour ceux qui veulent conserver dans leur magnétothèque la bande et son précieux contenu, cet enregistrement pourra être rejoué un nombre presque illimité de fois sans que la qualité en souffre.

La comparaison avec la photographie et le cinéma petit format s'impose irrésistiblement, lorsqu'on constate à quel point magnétophone et la «chasse aux sons» sont devenus pour beaucoup un passionnant passe-temps. Cela est valable non seulement pour l'amateur qui, armé d'un microphone et d'un magnétophone à piles, bat la campagne pour capter des interviews, les bruits de la ville ou le chant des oiseaux dans la nature. Cela s'applique également aux nombreuses personnes qui enregistrent la musique, les programmes et les pièces radiophoniques, les conférences, les langues étrangères, les événements familiaux et tout ce que l'on peut trouver quotidiennement dans le monde du son, puis qui en font un choix pour composer une collection captivante de bandes sonores, collection dont la valeur augmente avec le temps.

Maintenant que les rapides progrès de la technique ont amené en quelques années le magnétophone à la portée de celui qui était déjà familiarisé avec des médias comme la photographie, la radio, le phono et la télévision, on a découvert que l'appareil destiné à l'enseignement et à la détente offre une infinie variété de possibilités. Pour découvrir ces dernières, il suffit d'une certaine activité et surtout de fantasia, et alors le magnétophone occupera une place encore plus importante dans notre vie que jusqu'à présent.

Musiciens, acteurs, professeurs, chefs d'entreprises, conférenciers, journalistes et bien d'autres dans le domaine professionnel utilisent quotidiennement l'enregistrement magnétique du son. L'enregistreur magnétique est pour eux devenu aussi indispensable que pour le technicien du studio de radiodiffusion. Les appareils d'enregistrement sur bande sont également incorporés aux satellites artificiels et sur les aérodromes servant à fixer toutes les communications radio entre les tours de contrôle et les avions en vol. En médecine, et dans d'autres domaines ainsi que l'enregistrement des cours ou des services religieux pour les malades, la correction des défauts de prononciation, partout où la fixation provisoire ou permanente des sons est nécessaire ou utile, le magnétophone accomplit sa tâche. Très importante est son application comme moyen d'étude dans l'enseignement (écoles de langues étrangères) et l'étude de la musique (contrôle de son propre jeu)

Cet ouvrage a été écrit pour tous ceux qui, étant en rapport quotidiennement avec le magnétophone, sentent le besoin d'en savoir davantage sur ses possibilités et ses principes de base. Ce livre s'adresse en même temps au mélomane, à l'amateur d'enregistrements, à l'expéditeur et au destinataire de lettres parlées et à tous ceux qui s'intéressent au véritable enrichissement que peut leur apporter la fixation et la reproduction du son par eux-mêmes.

avril 1964

C. G. Nijssen

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	V
Chapitre I QU'EST CE QUE LE SON?	1
Des vibrations	1
Fréquence	2
Amplitude	4
Timbre	4
Chapitre II ENREGISTREMENT ET REPRODUCTION DU SON	6
Historique de l'enregistrement sonore	6
Le disque de phonographe	7
L'enregistrement photographique	8
Le système Philips-Miller	10
Les systèmes magnétiques	11
Chapitre III LE MAGNETOPHONE ET SES CARACTERISTIQUES	13
1. PRINCIPES	13
Enregistrement et reproduction	13
Partie électromagnétique	14
Partie électronique	15
Partie mécanique	18
2. LES VITESSES ET LES PISTES SONORES	20
3. LE FONCTIONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE	24
Les têtes magnétiques	24
Effacement	25
Prémagnétisation	25
La bande magnétique	26
Tête et bande	28
Distorsion et signaux perturbateurs	30

4. THEORIE DES PROCESSUS D'ENREGISTREMENT ET DE REPRODUCTION	31
La magnétisation	31
L'effacement	32
L'enregistrement	33
La reproduction	34
Perte dépendant de la longueur d'onde	35
5. LA QUALITE SONORE ET L'OUÏE HUMAINE	36
Volume et intensité sonore	36
Rapports de puissances	36
Courbe de fidélité (caractéristiques de fréquence) et décibel	37
Dynamique	38
La norme de qualité	39
6. LE PROCESSUS ELECTRONIQUE	40
Correction de la courbe de fidélité	40
Amplificateurs et montages	42
7. LE MECANISME	45
Construction	45
Variations de vitesse	46
8. MICROPHONES	47
Qualité	47
Effet directionnel	48
Divers types de microphones	48
9. HAUT-PARLEURS	51
Qualité	51
Baffles et enceintes acoustiques	52
Enceintes bas-reflex	52
Effets directionnels	53
10. BRANCHEMENTS ET ACCESSOIRES	54
Entrées et sorties d'un magnétophone	54
Sensibilité et impédance	54
Branchement à un appareil de radio	56
Convertisseurs	56
Chargeurs avec bande sans fin	56
Appareils de commande pour projecteur	57
Préamplificateurs séparés	57

	Page
Coffrets mélangeurs	58
Boîtes de jonction pour microphone	58
Casques	59
Commutateurs à pédale	59
Bobines téléphoniques	59
11. ENTRETIEN ET PANNES	60
Entretien des têtes, du cabestan, du feutre presseur et de la bande	60
Défauts de fonctionnement	61
PANNES DE L'APPAREILLAGE ET DEFAUTS DE LA BANDE	62
Chapitre IV ACOUSTIQUE	65
Réverbération	65
Acoustique de la parole	66
Acoustique de la musique	67
Equipements des studios	67
Acoustique et technique d'enregistrement	68
Chapitre V STEREOPHONIE	69
Sens directionnel	69
Séparation spatiale des canaux sonores	70
Applications de la stéréophonie	72
Enregistrements et reproductions stéréophoniques	73
Dispositions des haut-parleurs	74
Chapitre VI LE CHOIX D'UN MAGNETOPHONE	76
1. Vitesse	76
2. Types de magnétophones	76
3. Durée de reproduction et diamètre des bobines	77
4. Stéréo ou monaurale	78
5. Caractéristiques spéciales	78
6. Pistes multiples, montage et truquage	79
7. Spécifications techniques	81
Chapitre VII CONSEILS POUR REALISER DES ENREGISTREMENTS	82
Tout d'abord quelques «règles d'or»	82
Précautions à prendre pour avoir un son de bonne qualité	83
Techniques du microphone	86
Conseils pratiques pour l'enregistrement	90
Enregistrement de la radio ou d'un tourne-disques	91
Copie d'une bande sur une autre	92

Montages sonores	93
Les archives sonores	95
Directives pour les enregistrements de la parole	98
Directives pour les enregistrements de reportages	98
Directives pour les enregistrements de musique	99
Directives pour enregistrements avec «mixage»	100
Réalisation d'images sonores et de pièces radiophoniques	100
Sonorisation des diapositives et films d'amateurs	104
DEFAUTS D'UTILISATION	109
Chapitre VIII APPLICATIONS DE A à Z	112
Chapitre IX L'ENREGISTREMENT DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'ETUDE DE LA MUSIQUE	118
L'ENSEIGNEMENT EN GENERAL	118
Self-control	119
La pratique	119
L'opinion du maître reste primordial	120
Le laboratoire de langues	124
ETUDE DE LA MUSIQUE	125
Etudes personnelles	126
Enseignement	127
Chapitre X LES CHASSEURS DE SONS	130
Au plan international	130
L'expédition des bandes	132
Chapitre XI MACHINES A DICTER	133
Chapitre XII PARTOUT PRESENT DANS LE MONDE: L'ENREGISTREMENT MAGNETIQUE	135
Enregistrement professionnel dans les studios	135
Le son dans les studios de cinéma et de télévision	136
Reproduction sonore au cinéma	136
Installations spéciales de théâtres	136
Appareils à copier	137
Magnétophones automatiques	137
Musique électronique	137
Enregistreurs en continu	138
La mémoire magnétique	138
Piste sonore magnétique sur les films étroits	139
Enregistrement magnétique des images	139

CHAPITRE I

QU'EST CE QUE LE SON?

Des vibrations

Le son est un phénomène vibratoire qui se propage dans l'air.

Nous avons appris cette définition simple à l'école dans nos leçons de physique. Plusieurs milliers d'années furent nécessaires pour en arriver là. On sait que le physicien grec Phytagore, vers l'an 500 avant le Christ, fit déjà des expériences sur la nature du son. Il expérimenta avec des sons aigus et graves qu'il obtenait de cordes courtes ou longues faites de boyaux, et sut établir certaines intéressantes conceptions portant sur le principe du son.

Les cordes sont mises en vibration par pincement ou frottement; ces vibrations sont transmises à l'air et s'y propagent. L'auditeur enregistre le son sous la forme d'une note.

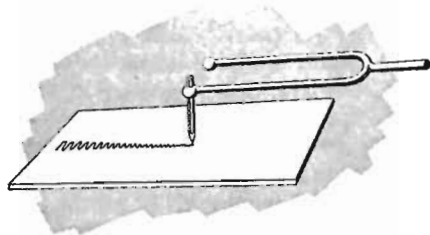


Fig. 1. Vibrations d'un diapason.

Voici d'autres exemples de vibrations provoquant des sons musicaux: diapason frappé, les membranes vibrantes des tambours et des timbales, les tiges métalliques vibrantes des triangles et des vibraphones et les plaques rondes vibrantes des cymbales. Les colonnes d'air vibrantes sont la cause du son dans les instruments à vent et les orgues d'églises. La vitesse de propagation du son dans l'air est de 345 mètres à la seconde à 22 °C; la vitesse de propagation augmente avec la température.

Du point de vue physique, le son est une véritable forme de mouvement. Chaque mouvement dans l'air provoque une certaine quantité de son (claquement d'un fouet).

Inversement, l'on peut se demander ce qui se passe dans l'air lorsqu'un son s'y propage. Il s'avère que dans la propagation d'un son, l'air est con-

densé à certains endroits et raréfié en d'autres. Les zones de haute pression provoquent le mouvement vers les zones de basse pression, etc. Il en découle un *mouvement ondulatoire*.

Pour ne pas devoir nous lancer dans des formules, nous comparons ensuite le comportement des zones sonores avec celui des ondes aquatiques. Nous établissons alors que les ondes ne sont influencées que par des objets grands par rapport à leur longueur d'onde. Une canne ne provoque dans l'eau que peu ou pas de modification du mouvement ondulatoire, par opposition à un bateau. Egalement un ton grave de grande longueur d'onde s'étend de telle sorte qu'il «s'écoule» pour ainsi dire autour des petits obstacles.

La vibration sonore présente trois caractéristiques importantes, dont l'ensemble détermine son caractère: la fréquence, l'amplitude et le timbre.

La fréquence est le nombre de vibrations (par seconde). L'amplitude est la largeur de la vibration (ou la force de celle-ci). Le timbre caractérise la vibration composite; il est déterminé par le rapport d'amplitude entre les fondamentales et les harmoniques.

Fréquence

Le nombre de vibrations par seconde, ou fréquence, a pour unité le hertz (Hz). La note *la* du piano a été internationalement fixée en 1939 comme étant un son de 440 Hz, donc de 440 vibrations par seconde. En physique, le concept de fréquence correspond donc à la hauteur du son en musique et en acoustique. Une corde de violon, ainsi que la corde de piano à percussion, a une longueur et un nombre de vibrations par seconde déterminés. Si nous raccourcissons la corde, la fréquence, et donc le nombre de vibrations par seconde, augmente et le son devient plus aigu. Le violoniste agit ainsi en déplaçant ses doigts sur la corde. Si par exemple il presse la corde *la* de son instrument au milieu, celle-ci donne au lieu d'un son de 440 Hz un son de 880 Hz, c'est-à-dire plus haut d'une octave.

La voix humaine est comprise entre 30 et 10 000 Hz. Nos oreilles peuvent cependant capter des fréquences beaucoup plus hautes et beaucoup plus basses. Des sons allant de 16 à 20 000 Hz sont parfois audibles par les jeunes gens. Avec l'âge, la capacité de perception des hautes fréquences diminue. Ainsi, un homme de 50 ans ne peut guère entendre en moyenne des fréquences supérieures à 4000 Hz.

Citons comme exemples de fréquences très élevées (jusqu'à 20 000 Hz) le frémissement d'un trousseau de clés et les applaudissements. Les sons très graves sont produits par les plus longs tuyaux de l'orgue d'église.

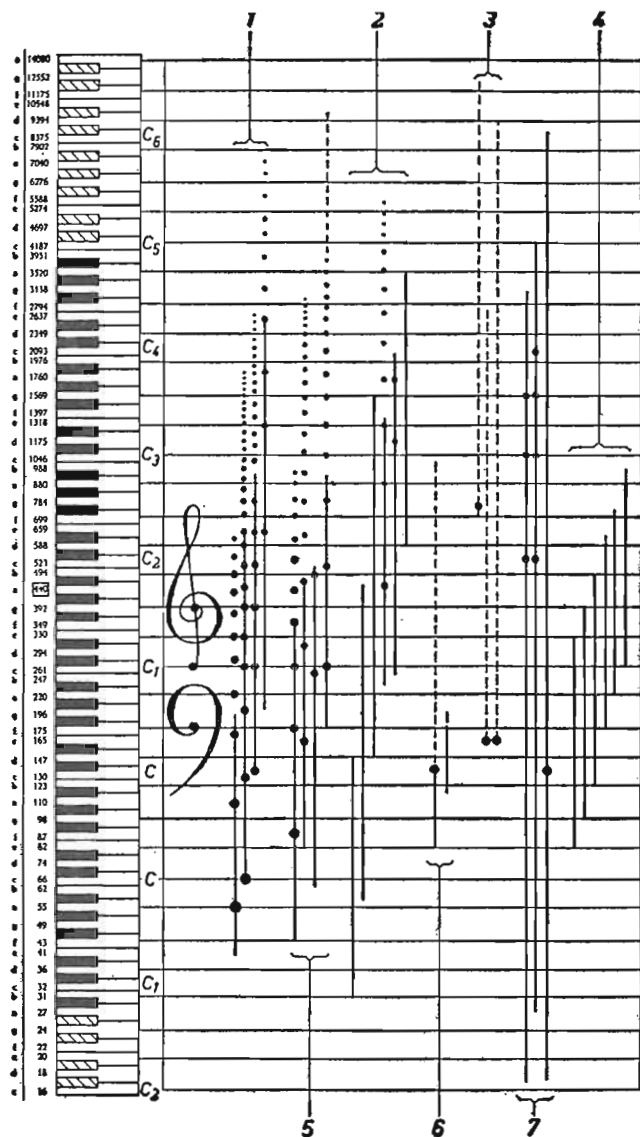


Fig. 2. Spectre de fréquence des instruments et des voix.

Le groupe 1 est celui des *instruments à cordes* (de haut en bas: contrebasse, violoncelle, alto et violon); le groupe 2 est celui des *bois* (contrebasson, basson, clarinette, hautbois, flûte et petite flûte); le groupe 3 est celui des *instruments à percussion* (triangle, son de deux cymbales se frappant, et d'une seule cymbale frappée); le groupe 4 est celui des *voix de chanteurs* (basse, baryton, ténor, alto, mezzo-soprano et soprano); le groupe 5 est celui des *cuivres* (tuba, trombone, cor et trompette); le groupe 6 est celui de la grosse caisse et de la timbale; le groupe 7 est celui de la harpe, du piano à queue et de l'orgue.

Les traits pleins indiquent les fondamentales, les pointillés et les tirets indiquent les harmoniques. A gauche se trouve l'échelle des fréquences allant de 16 à 14 080 Hz.

L'oreille humaine est apte à transmettre les vibrations de l'air au cerveau et à nous rendre ainsi conscients de la perception. Le son est d'abord capté par le tympan. Il parvient ensuite par l'intermédiaire du marteau, de l'enclume et de l'étrier dans le limaçon où les nerfs auditifs le transmettent au cerveau.

On appelle la gamme inaudible des hautes fréquences les ultrasons (vibration ultrasonore). Les tons très aigus ne sont souvent plus audibles pour l'homme mais le restent par exemple pour les chiens et les chauve-souris.

Amplitude

L'amplitude indique la force ou l'intensité d'une vibration. L'unité d'intensité sonore est le phone.

0	phone	=	seuil d'audibilité
10—20	phones	=	frémissement des feuilles, campagne tranquille
20—30	phones	=	chuchotement, tic-tac d'une horloge
30—40	phones	=	pièce tranquille, musique douce
50—60	phones	=	bruit de rue, conversation
60—80	phones	=	bruit dans un grand bureau, cri
25—95	phones	=	grand orchestre
100	phones	=	motocyclette
120	phones	=	moteur d'avion à 3 mètres
130	phones	=	seuil de douleur

Timbre

On ne trouve presque jamais dans la nature des sons plus purs composés d'une seule fréquence. On ne réussit à provoquer une vibration unique que par un générateur BF. Un son prend son caractère particulier du fait qu'il est *composé* de plusieurs vibrations. Il prend ainsi un certain *timbre*. Le fait qui illustre le mieux cela est qu'une note de piano de 440 Hz résonne tout-à-fait autrement qu'une note de même hauteur sur la corde *la* d'un violon. Musicalement, il s'agit bien du même *la*, mais le timbre est différent. Ainsi, chaque instrument et chaque voix (et même chaque objet mis en vibration) produit un son particulier.

La note fondamentale simple est donc «entourée» d'un certain nombre d'autres notes (harmoniques). Le timbre varie avec la nature et le nombre d'harmoniques qui l'accompagnent. La fondamentale détermine le ton, les harmoniques le timbre. Dans la représentation d'une gamme de fréquences de divers instruments sont indiquées les harmoniques à côté des fondamentales.

Il est évident qu'un instrument de musique produit, outre la fondamentale et les harmoniques, encore d'autres sons, comme les pizzicati des cordes d'un violon, le bruit de l'air dans un instrument à vent, etc. Quoique n'appartenant pas à la note, ces sons sont cependant caractéristiques de l'instrument et doivent être correctement pris lorsqu'on réalise un enregistrement sonore.

La théorie des instruments de musique et de leur timbre est particulièrement intéressante. Ainsi, dans la construction des orgues, on exploite le fait que les harmoniques donnent un brillant particulier à la fondamentale. Par des registres (appelés voix) on peut faire résonner exclusivement les harmoniques. S'ajoutant aux fondamentales, ces voix donnent au son tout entier un caractère spécial et plus clair.

ENREGISTREMENT ET REPRODUCTION DU SON

Historique de l'enregistrement sonore

Trois quarts de siècle environ se sont écoulés depuis que Thomas Alva Edison étonnait le monde en 1877 en fixant la voix humaine sur un cylindre rotatif par des moyens mécaniques. Lorsque de nos jours nous nous trouvons par hasard devant son phonographe primitif, il nous est difficile d'imaginer comment l'humanité a pu à ce moment-là manifester tant d'enthousiasme pour un tel appareil. Cela a dû cependant être une expérience extraordinaire quand pour la première fois un appareil sans vie a pu imiter l'oreille, puis la voix de l'homme.

L'idée d'Edison a amorcé la technique sonore moderne et perfectionnée, de la même façon que la «roue vivante» du belge Plateau fut le premier pas vers la cinématographie moderne. Comme Plateau su fixer l'image mobile, Edison enregistra pour ainsi dire le son mobile, les vibrations de l'air, dans une période déterminée.

Il tira parti dans un certain sens du fait que la construction du corps humain n'est pas brevetée. Edison savait que lorsqu'on parle, la voix provoque des vibrations dans l'air et que nous pouvons entendre ce «son» parce que le tympan de notre oreille entre également en vibration et transmet les impulsions aux nerfs auditifs.

Il fit par conséquent une copie du tympan. Pour cela, il prit une mince plaque de métal sur laquelle fut fixée une petite aiguille. Lorsqu'on maintenait cette aiguille perpendiculairement sur un cylindre rotatif recouvert d'une feuille d'étain (par la suite sur un rouleau de cire), l'on y gravait une «piste sonore» sous l'influence des vibrations. L'on pouvait voir dessiner avec précision sur le rouleau de cire la marche de la vibration, provoquée quand on parlait ou que l'on chantait à courte distance de la plaque vibrante. Le rouleau de cire était tourné à la main.

Cela était la première représentation mécanique d'une vibration sonore réalisée de façon continue et pouvant par exemple comporter une chanson entière. La chanson qui est entrée dans l'histoire comme le premier enregistrement sonore réalisé ainsi s'appelait «Mary had a little lamb» (Marie avait un petit agneau).

La reproduction s'effectuait exactement de façon inverse. L'aiguille suivait le sillon du rouleau de cire et la plaque ou membrane vibrante communiquait les vibrations, par l'intermédiaire d'un grand pavillon, à l'air environnant.

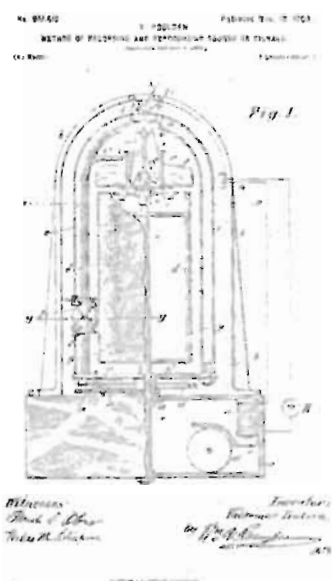


Photo 1 et 2

Valdemar Poulsen, inventeur du „Télégraphone” et, à droite, le brevet original d'où a découlé le magnétophone d'aujourd'hui.



Photo 3

Un des premiers modèles de phonographes Edison. Le son était enregistré sur un rouleau de cire.



Photo 4

Projecteurs cinématographiques en cabine (1929). Le son était enregistré sur des disques phonographiques fournis avec le film.



Photo 5

Appareil Philips-Miller pour enregistrement électromécanique du son.

Le disque de phonographe

L'invention d'Edison fut considérablement perfectionnée en 1888 et par la suite par Berliner. Alors que la piste sonore du premier consistait en creux et bosses, Berliner découvrit que le son pouvait être reproduit beaucoup plus puissamment lorsque l'on faisait déplacer l'aiguille dans le sens latéral au lieu du sens vertical («gravure latérale»). Un mouvement oscillatoire fut alors inscrit sur un disque. Une invention de l'italien Bettini rendit également possible le pressage des disques qui purent être multiplés au moyen d'une matrice.

Les inventions de Berliner et de Bettini avaient ainsi préparé la route à un commerce florissant du «son en conserve». Diverses sociétés de disques prirent naissance et, à en juger par le grand nombre de disques de phonographes enregistrés mécaniquement et que nous rencontrons encore aujourd'hui, leur succès ne fut pas petit.

On se rendait pourtant compte que la méthode n'était pas encore parfaite. Un énorme pas fut alors franchi en 1925 quand le tube électronique fut inventé et que l'on eut la possibilité d'enregistrer le son. Les vibrations sonores furent captées par un microphone qui les transforma en impulsions de courant électrique, puis furent appliquées à un amplificateur, après quoi les variations de courant devenues plus intenses purent mettre en vibration électromagnétiquement un dispositif de gravure.

A la reproduction, les choses se passaient de la manière suivante: le disque était exploré par un pick-up électromagnétique, par lequel l'amplificateur amplifiait à nouveau une succession d'impulsions de courant. Après amplification, ces impulsions étaient appliquées à un haut parleur électromagnétique, dont la membrane vibrante en papier spécialement moulé mettait l'air en vibration, permettant ainsi l'écoute des sons.

Ce disque de phonographe «électrique» fut un grand pas vers la fidélité de reproduction et d'enregistrement du son. C'est surtout la gamme de fréquences qui s'était fortement agrandie. On peut dire en général que des vibrations allant de 100 à 5000 Hz pouvaient être enregistrées.

L'ensemble du système subira par la suite une seconde révolution en 1948, lors de l'introduction du disque de longue durée à microsillon. Au lieu de gomme-laque, on utilise un compound de moulage de composition très particulière, qui rend les disques incassables et très souples. La vitesse de rotation fut ramenée de 78 tours à la minute à 33 1/3 ou 45 tours. Des systèmes d'enregistrement plus raffinés firent également leur apparition et la qualité des tourne-disques (avec bras de pick-up léger) et des autres appareils de reproduction fut si améliorée que le disque a pu se maintenir jusqu'à aujourd'hui comme «porteur de son».

Ce ne fut qu'après 1950 qu'il apparut avec évidence que les bases étaient déjà posées au début du siècle pour un sérieux concurrent selon les goûts du public: le système d'enregistrement magnétique qui permettrait de conserver et de reproduire à tous moments toutes formes de sons. Ce

fut cependant un développement qui, par suite des circonstances, eut lieu de façon moins spectaculaire que celui du disque de phono et de quelques autres systèmes d'enregistrements sonores. Dans cette description, nous ne respecterons pas strictement l'ordre chronologique, mais traiterons d'abord de quelques autres procédés d'une grande importance dans le développement historique.

L'enregistrement photographique

En 1895, les frères Lumière donnèrent à Paris la première démonstration publique du «cinématographe». Ils fixaient l'image vivante sur une bande de film, image qui pouvait être projetée devant un grand nombre de spectateurs. L'inventeur rechercha déjà immédiatement un moyen de faire accompagner ces images «tirées de la vie» par les sons. Le disque de phonographe était pour cela ce dont on disposait de mieux.

Lorsque les frères Warner lancèrent sur le marché, en 1926, le premier film sonore de longueur normale, «Don Juan», le son était enregistré sur disque. Ces disques étaient de grand diamètre et devaient être passés sur des plateaux spéciaux à une vitesse de 33 1/3, ces plateaux étant synchronisés avec celui du projecteur.

Il n'est pas difficile de deviner les complications entraînées par ce système. Les grands disques phonographiques expédiés avec le film étaient très cassants, et il pouvait arriver que le spectateur soit obligé de se passer de son au beau milieu du film pendant 20 minutes environ parce qu'un disque était arrivé cassé. De plus, le pick-up devait toujours être placé à l'endroit exact, car sinon un baiser accompagné du bruit d'une claquette que la star ne devait donner à son soupirant qu'un peu plus tard, était du plus haut comique. Il y avait encore la possibilité d'une rupture du film. Le plus souvent, le son n'était plus synchrone avec l'image lorsque les deux extrémités étaient de nouveau collées l'une à l'autre.

Ce fut une grande amélioration que présenta la Fox Movietone en 1928, avec un film sur la pellicule duquel était fixé le son. On avait déjà essayé de réaliser ce progrès par un système d'enregistrement mécanique, mais les tentatives s'étaient soldées par un échec. Par la suite, cela fut réalisé photographiquement. La «piste sonore» placée à côté des images du film pouvait être à nouveau explorée par un système optique. Quoique cette méthode ait naturellement subi au cours des années de nombreuses améliorations du point de vue qualitatif et que chaque fabricant de caméra avec enregistrement du son ait fait breveter ses propres systèmes, peu de choses furent changées au principe. Il est cependant difficile d'expliquer clairement ce principe en bref sans en donner quelques détails de façon très simplifiée.

Un enregistrement sonore selon le système photographique s'effectue à peu près comme suit: les vibrations sonores, comme celles captées par

un ou plusieurs microphones, sont appliquées à un oscillographe après avoir été amplifiées sous forme d'impulsions électriques. Cet appareil consiste en un petit miroir métallique placé dans un champ magnétique. Un bobinage dans lequel passent les impulsions électriques citées plus haut agit sur la grandeur du champ magnétique. Les modifications de ce champ mettent le miroir en vibration à un rythme correspondant aux vibrations sonores, telles qu'elles sont captées par les microphones. Une petite lampe projette alors un minuscule faisceau de lumière sur le miroir, à travers un cache portant une ouverture triangulaire. Il se produit donc une tache lumineuse triangulaire, qui est renvoyée sous un certain angle par le miroir mobile. Le faisceau réfléchi trouve à nouveau sur son chemin un cache, mais portant cette fois une ouverture en forme de fente. La lumière qui passe à travers cette fente éclaire la couche sensible du film. Il se produit ainsi une piste sonore de largeur variable de 2 mm au maximum. Cette piste, qui apparaît après le développement du film, est enfin copiée à côté des images (fig. 3).

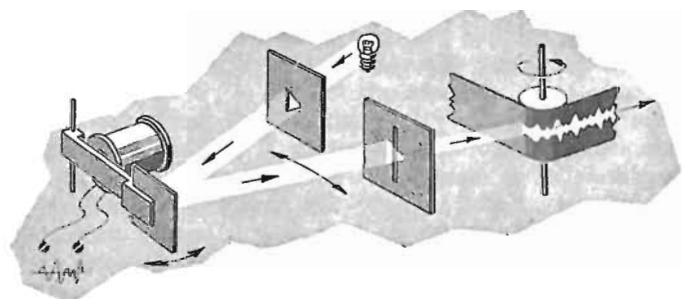


Fig. 3. Représentation schématique de l'enregistrement du son selon le système photographique au studio de cinéma.

Lors de l'exploration de la piste sonore dans le projecteur cinématographique, une petite lampe projette à travers un cache muni d'une fente un faisceau lumineux sur la piste. Derrière celle-ci se trouve une cellule photoélectrique qui transforme les impulsions lumineuses variables (la piste sonore était en effet de largeur variable) en impulsions de courant correspondantes. L'amplificateur et les haut-parleurs reproduisent le son. Nous avons déjà mentionné la simplicité de la représentation ci-dessus. La caméra sonore comporte encore notamment divers systèmes de lentilles pour concentrer la lumière tandis que tous les systèmes ne provoquent pas une piste de largeur variable. Le système décrit est appelé «bilatéral» (sous forme d'une double dent de scie); un autre système est appelé «unilatéral» (un seul côté étant limité par une dent de scie); finalement, on connaît aussi la piste dite «à densité variable», qui à l'examen apparaît

comme composée de petites raies placées dans le sens de la largeur de la piste, et qui sont plus ou moins transparentes (fig. 4).

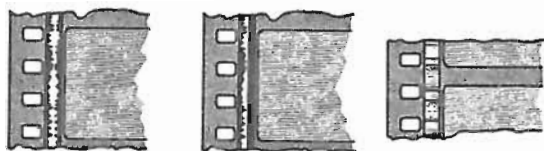


Fig. 4. Comparaison de trois méthodes d'enregistrement photographique, à savoir de gauche à droite: bilatérale, unilatérale et piste à densité variable.

Le système Philips-Miller

Le système d'enregistrement photographique qui permet d'obtenir une excellente qualité, a donné toute satisfaction dans les studios de cinéma pendant des dizaines d'années. Il ne convenait cependant pas pour d'autres applications professionnelles, par exemple dans les studios de radiodiffusion, car le prix du film de 35 mm est assez élevé et l'opération de développement photographique trop compliquée. Le disque phonographique n'était également pas idéal, par suite de sa qualité insuffisante et du fait qu'il avait une durée de vie assez courte.

L'américain Miller inventa un système dans lequel le son était fixé de façon mécanique sur une longue bande de film. Philips réalisa selon sa méthode une installation combinée d'enregistrement et de reproduction qui fut lancée sur le marché en 1935. De nombreux studios de radiodiffusion d'Europe et d'ailleurs furent équipés avec succès de cet appareillage. Le principe de l'enregistrement peut être décrit comme suit: une bande de film large de 7 mm se déroule à vitesse constante devant un enregistreur sonore. Cet enregistreur se compose d'un burin profilé (174°) qui est animé, par suite des impulsions électriques, d'un déplacement vertical par rapport à la bande de film. Celle-ci comporte une base de celuloïd, puis une couche de gélatine transparente et enfin une couche noire. Lorsque le burin touche le film, une partie de la couche de revêtement noire est coupée et il se produit une trace transparente. Sous l'effet des impulsions électriques, le burin coupe pendant l'enregistrement plus ou moins profondément (au maximum 5 microns) dans le film et par suite de la forme profilée du burin, il apparaît une piste transparente de largeur variable (fig. 5).

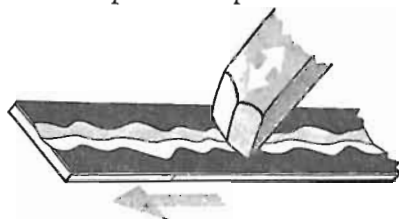


Fig. 5. Graveur du système Philips-Miller.

La lecture s'effectue sur la machine quelques centimètres avant la tête d'enregistrement, au moyen d'une cellule photoélectrique et d'une lampe. Il est évident que cette période très brève entre l'enregistrement et la reproduction présente un grand avantage. On peut notamment écouter presque au même instant à l'aide du haut-parleur de contrôle ce que l'on enregistre et se rendre compte si le volume et la sonorité sont bien réglés.

Les bandes enregistrées selon le système Philips-Miller n'exigeaient donc aucun traitement intermédiaire ou final et pouvaient être gardées pendant un temps illimité. Cela était particulièrement intéressant pour leur utilisation dans les studios de radiodiffusion. Avec les enregistrements Philips-Miller, on peut constituer des archives sonores, dont la qualité ne se détériorera pas, même en cas d'usage fréquent des bandes. Le «montage» des bandes était également possible. La bande de film n'était pas perforée mais était entraînée dans la machine par des galets lisses. En outre, une manette permettait de passer sur une autre partie de la machine, car chaque installation était double.

A de nombreux points de vue, la méthode Philips-Miller peut être considérée comme le système précurseur de l'enregistrement magnétique. Pour ce qui est de la qualité sonore, ce système n'était rien moins que révolutionnaire.

De plus, le fait que le système Philips-Miller a été l'occasion unique d'expérimenter la stéréophonie dans les laboratoires Philips a une signification historique (voir aussi le chapitre 5).

Dans différents pays, on recherchait depuis longtemps déjà un système permettant d'enregistrer et de reproduire le son «de façon spatiale» ou «tridimensionnelle». Le système stéréophonique mis au point chez Philips par le Dr K. de Boer pouvait être admirablement adapté à la méthode Miller dans l'enregistrement sonore. Les impressions sonores de 2 microphones séparés montés dans une «tête artificielle» étaient appliquées à travers des amplificateurs à 2 enregistreurs séparés montés sur l'installation Philips-Miller, dont les burins taillés dans le film noir n'ont pas une mais deux pistes sonores. A la reproduction, les pistes étaient également explorées séparément, amplifiées et reproduites dans la salle par 2 haut-parleurs. En 1946, l'Union de Radiodiffusion Néerlandaise donna selon cette méthode une émission d'un concert stéréophonique, où 2 longueurs d'onde étaient utilisées; l'auditeur devait disposer de 2 récepteurs pour pouvoir recréer dans sa salle de séjour l'impression stéréophonique.

Les systèmes magnétiques

Le système Philips-Miller présentait un inconvénient insurmontable pour l'utilisation à grande échelle en dehors des studios de radio: sa nature même rendait nécessaire mécaniquement et électriquement un appareillage compliqué et très coûteux. Egalement, le système photographique offrait

peu de possibilités en dehors de son propre cadre: le studio de cinéma avec tous ses laboratoires indispensables.

Ce fut le danois Valdemar Poulsen qui fit breveter en 1900 l'appareil révolutionnaire dont est sorti le magnétophone actuel. Le «télégraphone» qu'il avait inventé fut cette année-là la grande sensation de l'exposition universelle de Paris.

Douze ans plus tôt, donc en 1888, un article de Oberlin Smith était déjà paru dans la revue américaine «The Electrical World», qui donnait des idées pour l'enregistrement des sons par des moyens magnétiques. L'auteur donnait encore d'autres détails de son projet, mais concluait à la fin de son article qu'il ne pouvait lui-même mettre en pratique ses idées, du fait qu'il ne disposait pas d'un laboratoire.

Avec le télégraphone, Poulsen fut le premier constructeur d'un appareil d'enregistrement fonctionnant sur le principe du magnétisme. Le son y était fixé sur un fil d'acier qui se déplaçait entre les pôles d'un électro-aimant. Quoique l'enregistrement électronique manquait encore, l'énergie provoquée par les vibrations sonores pouvait être transformée en champ magnétique de valeur variable, puis transmis au fil d'acier mobile et enfin reproduite dans l'ordre inverse. Les bobines de l'électro-aimant étaient alors reliées à un écouteur, qui permettait l'audition.

Avec son compagnon Pederson, Poulsen fonda aux Etats-Unis une société qui lança sur le marché un enregistreur à fil d'acier. La durée d'écoute était de 30 minutes. Après cet appareil, plusieurs autres «enregistreurs à fil» virent le jour en Amérique et d'importantes inventions leur furent appliquées. L'évolution avança surtout en Allemagne. Cependant, le système du fil d'acier présentait de gros inconvénients. Ainsi, il était presque impossible de procéder au «montage» des enregistrements sonores.

Un grand pas en avant fut fait en 1928 grâce à l'allemand Pfleumer, vers la forme que nous connaissons actuellement, par l'invention d'une bande de papier ou de matière plastique recouverte d'oxyde de fer aimantable. Vers même époque, l'amplificateur électronique et la prémagnétisation à haute fréquence furent utilisés pour la première fois pour obtenir une meilleure qualité. C'est surtout après la seconde guerre mondiale qu'une activité considérable se fit jour en Amérique, en Allemagne et dans d'autres pays pour simplifier l'appareil et le faire convenir à d'autres applications. Après, les premiers appareils professionnels, les petits modèles d'enregistreurs sortirent vers 1950. Ils pouvaient être fabriqués en grande série par les usines et se trouvaient à portée des amateurs, grâce à leur facilité de commande et à leur prix peu élevé.

LE MAGNETOPHONE ET SES CARACTERISTIQUES

1. PRINCIPES

Enregistrement et reproduction

Dans le magnétophone moderne (également appelé enregistreur sur bande) le son est fixé magnétiquement sur une *bande sonore*, ainsi que nous l'avons dit à la fin du chapitre précédent.

Cette bande qui est large de 6,25 mm (1/4 de pouce) et qui défile à vitesse constante devant un électro-aimant excité par le signal sonore, présente la caractéristique de pouvoir conserver en permanence «l'image» des vibrations. Pour cela, la bande porte un nombre considérable de particules d'oxyde de fer magnétisables. A la reproduction, un même électro-aimant lit l'image magnétique sonore, ce qui permet de rendre à nouveau

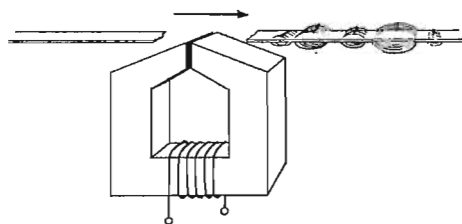


Fig. 6. La bande fixe l'«image magnétique» des vibrations sonores.

celle-ci audible. Grâce aux caractéristiques de la bande et à la construction de l'enregistreur, il est possible de pouvoir obtenir cette reproduction des milliers de fois successives sans que la qualité en souffre. La même bande peut cependant être également utilisée chaque fois pour la fixation d'un nouvel enregistrement. La piste sonore précédente est alors automatiquement effacée dans l'appareil par un dispositif séparé d'effacement qui ne fonctionne que pendant l'enregistrement. Enfin, chaque enregistrement peut être conservé pendant un temps pratiquement illimité et la bande se prête remarquablement à ce que l'on appelle les montages.

Le signal sonore qui est appliqué à l'électro-aimant (tête d'enregistrement) se compose sous sa forme la plus simple de variations de courant électrique, provenant du microphone qui a capté les vibrations sonores. Ces courants sont cependant très faibles et sont donc d'abord amplifiés

électroniquement avant de parvenir à la tête de l'électro-aimant (amplificateur d'enregistrement).

A la reproduction, les courants existant dans la tête de reproduction doivent également être amplifiés avant de pouvoir être reproduits par le haut-parleur sous forme de vibrations de l'air (amplificateur de reproduction).

La meilleure façon d'expliquer le fonctionnement et la construction technique d'un magnétophone est de distinguer dans l'appareil principalement 3 différentes parties: a) la partie électromagnétique, b) la partie électronique, c) la partie mécanique.

Nous décrirons par la suite, en bref, les principes et les fonctions des diverses parties qui nous intéressent dans l'usage du magnétophone et de ses accessoires. Les détails seront examinés dans les paragraphes correspondants.

Partie électromagnétique

Nous avons déjà dit que la *tête* est en fait un petit électro-aimant. Le fonctionnement d'un électro-aimant repose sur le principe qu'un fil parcouru par un courant électrique est entouré d'un champ magnétique invisible sous l'influence de celui-ci. L'intensité de ce champ varie avec l'intensité et le sens du courant. Lorsque le fil est bobiné autour d'un noyau en fer doux (sous forme de spirale ou solénoïde) le champ magnétique est considérablement plus intense.

On utilise ce principe dans l'enregistrement du son dans la tête de notre magnétophone. Les fluctuations de courant dans la bobine entourant la tête font naître un champ magnétique variable et ces «vibrations magnétiques» influent sur les particules de fer placées sur la bande qui

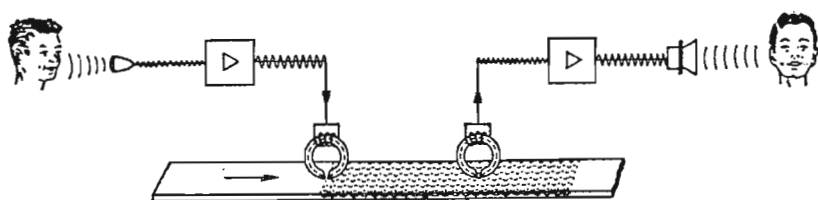


Fig. 7. Représentation schématique du processus d'enregistrement et de reproduction magnétique. De gauche à droite: vibrations de l'air — microphone — faibles courants alternatifs électriques — amplificateur d'enregistrement — courants électriques alternatifs puissants — tête d'enregistrement — bande magnétique avec enregistrement magnétique — tête de reproduction — faibles courants électriques alternatifs — amplificateur de reproduction — courants électriques alternatifs puissants — haut-parleur — vibrations de l'air.

se déroule devant les pôles de l'aimant. Il se produit dans ces particules une sorte de magnétisme «rémanent», c'est-à-dire que les particules magnétiques permanentes prennent plus ou moins une certaine direction (fig. 7).

En inversant les choses, la théorie est de nouveau très simple à imaginer. Lorsque fil subit l'influence notamment d'un champ magnétique d'intensité variable, un courant naît dans ce fil, courant qui varie au rythme des vibrations magnétiques. Cela peut par exemple se produire sous l'action d'un électro-aimant devant lequel le fil se déplace. L'effet sera plus fort si le fil est bobiné autour d'un noyau de fer doux. A la reproduction du son dans notre magnétophone, la bande se déplace avec ses particules de fer magnétisées (qui sont toutes de petits aimants) devant les pôles de l'électro-aimant, ce qui recrée dans la bobine les courants originaux.

Cela est le principe fondamental des têtes d'enregistrement et de reproduction du magnétophone et également de l'enregistrement sonore magnétique.

Au début de ce chapitre, nous avons cité le dispositif d'effacement nécessaire pour pouvoir utiliser la bande pour un nouvel enregistrement. Celui-ci est également un électro-aimant qui, vu sa fonction, est appelé *tête d'effacement*. Il efface la magnétisation de la bande grâce à un puissant courant alternatif; en d'autres termes il rend celle-ci magnétiquement neutre. Vu le sens de marche de la bande (de gauche à droite) la tête d'effacement de l'enregistreur est placée à gauche de la tête d'enregistrement (fig. 8).

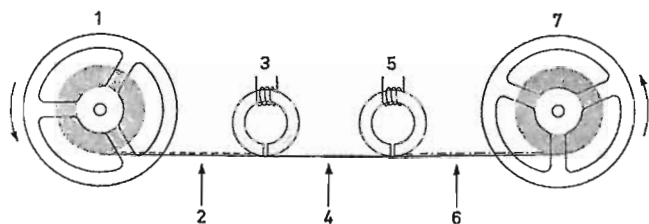


Fig. 8. Emplacement et fonctionnement de la tête d'effacement.
1. Bobine débitrice, 2. ancien enregistrement, 3. tête d'effacement,
4. bande magnétique neutre, 5. tête d'enregistrement, 6. nouvel enregistrement, 7. bobine enrouleuse.

Partie électronique

Dans la partie électronique d'une chaîne d'enregistrement, nous distinguons d'abord les *amplificateurs* qui sont incorporés au magnétophone afin d'appliquer au début à la tête les courants microphoniques amplifiés (amplificateur d'enregistrement) et à la fin de faire rendre au haut-parleur le signal sonore à nouveau amplifié (amplificateur de reproduction), ainsi

que leurs régulateurs de volume correspondants. Dans les petits enregistreurs non professionnels, les fonctions d'amplificateur d'enregistrement et de reproduction sont combinées. A l'arrière ou sur les côtés du coffret sont placées des prises appelées dans la pratique *entrées* et *sorties*.

Toutes les sources sonores peuvent être branchées aux entrées, à savoir un microphone, un pick-up, un récepteur de radio ou un autre enregistreur. Aux sorties peuvent être reliés à volonté un haut-parleur supplémentaire, un récepteur de radio ou un autre enregistreur. Le branchement d'autres amplificateurs est en principe également possible. Pour l'application et le branchement corrects des radiorécepteurs, il est utile d'évoquer ci-dessous leurs principes de construction.

Le *microphone* est l'instrument qui transforme les vibrations sonores de l'air en faibles courants électriques. La forme la plus simple est le microphone à charbon d'un combiné téléphonique, qui comporte aussi le haut-parleur le plus simple qui soit, à savoir la partie tenue contre l'oreille. Les courants circulant dans le téléphone sont très faibles. Dans le trafic téléphonique, ils doivent être amplifiés sur les longues distances, pour que la personne à l'autre extrémité de la ligne puisse entendre son interlocuteur.

Les *amplificateurs* sont utilisés en grand nombre dans la technique radio, aussi bien dans notre appareil récepteur personnel, que pour amplifier le son capté par le microphone dans le studio avant que celui-ci parvienne à l'émetteur. Le récepteur se compose notamment d'une partie haute fréquence pour la réception, la sélection et l'amplification des ondes de radio (ondes de hautes fréquences qui sont les porteuses des vibrations basse fréquences) provenant de l'antenne, le détecteur (qui sépare de la porteuse les vibrations basse fréquence) et d'une partie basse fréquence pour l'amplification de ce signal, qui peut être rendu audible par le haut-parleur (fig. 9).

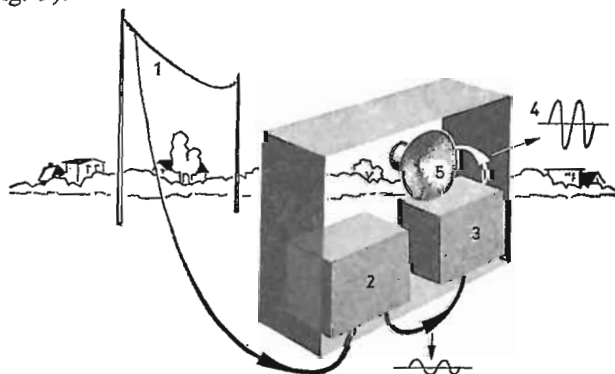


Fig. 9. Disposition d'un radiorécepteur :

1. antenne, 2. partie réceptrice haute fréquence, 3. amplificateur basse fréquence, 4. vibrations électriques amplifiées, 5. haut-parleur.

Le *pick-up* est comme nous l'avons dit une autre forme de source sonore. Sous sa forme la plus simple, il consiste en un tourne-disque, c'est-à-dire un bras de lecture et un mécanisme pour faire tourner le disque phonographique. Le bras comporte un capteur qui capte mécaniquement

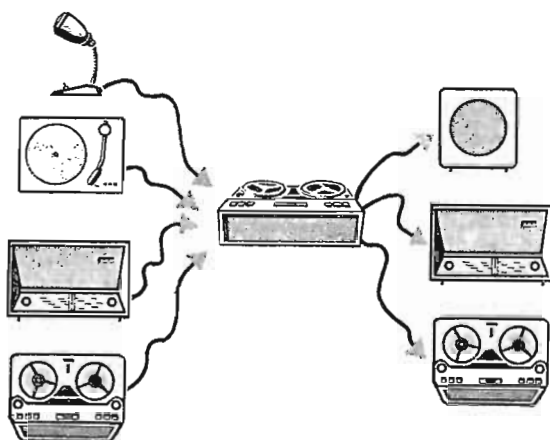


Fig. 10. Possibilités de branchement d'un magnétophone normal. A gauche, entrées pour microphone, phono, radiorécepteur ou autre magnétophone. A droite les sorties pour haut-parleur supplémentaire, radiorécepteur ou un autre magnétophone.

les vibrations fixées dans le sillon du disque, les transforme en faibles courants électriques et les applique finalement à un amplificateur incorporé ou non. Cet amplificateur peut par exemple être la partie basse fréquence d'un radiorécepteur, qui comporte la plupart du temps une telle prise de *pick-up*. En service, le haut-parleur du récepteur sert à la reproduction du son dans la salle de séjour.

Le *haut-parleur* transforme les faibles courants électriques amplifiés en son audible. Il fonctionne donc en principe comme microphone inversé. Il est donc un élément indispensable et très important en pratique pour la reproduction.

Pour obtenir avec un magnétophone simple une qualité de reproduction aussi élevée que possible, il est recommandé de ne pas utiliser le haut-parleur de l'appareil (souvent petit par nécessité), mais un haut-parleur plus grand (par exemple celui d'un radiorécepteur important ou de préférence un haut parleur spécial monté sur un baffle ou dans un coffret.

Un récepteur de radio a ordinairement une prise pour haut-parleur supplémentaire. On utilise souvent cette prise, qui fournit un signal déjà amplifié, pour réaliser sur le magnétophone un enregistrement d'une émission de radio. Le résultat est alors bien meilleur que si l'on plaçait le mi-

crophone contre le haut-parleur du récepteur. Néanmoins, il y a aussi dans les magnétophones modernes une troisième possibilité donnant des résultats impeccables: la connexion «diode». Voir ci-dessus au paragraphe 10 de ce chapitre.

Partie mécanique

Celle-ci est particulièrement importante dans un magnétophone. Le *mécanisme de transport* doit en effet assurer le défilement de la bande devant les têtes à une vitesse absolument constante. S'il n'en était pas ainsi, il en résulterait une modification de la hauteur du son. Les mauvais magnétophones ont donc une reproduction plus ou moins «pleurarde» qui ressemble à celle d'un disque de phonographe freiné à la main. La vitesse qui est stabilisée par le mécanisme de transport, doit être exactement identique à l'enregistrement et à la reproduction. Une vitesse de reproduction plus élevée hausse le ton; une vitesse plus faible le baisse. Une vitesse d'enregistrement trop élevée provoque à la reproduction un ton trop bas, etc. Le rapport de vitesse 1 : 2 signifie une différence de hauteur du son d'un octave exactement.

Outre le mécanisme de transport, un magnétophone présente un grand nombre de pièces mécaniques, notamment des boutons et des leviers pour la commande et pour les transmissions correspondantes.

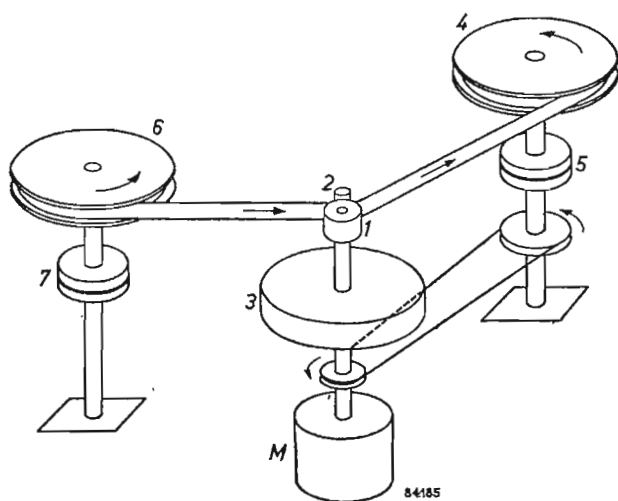


Fig. 11. Entraînement d'un magnétophone simple.

M. moteur, 1. cabestan en caoutchouc, 2. arbre d'entraînement, 3. volant, 4. bobine enrouleuse, 5. accouplement à friction, 6. bobine débitrice, 7. accouplement à friction.

Le meilleur moyen pour savoir de quoi se compose le système mécanique de l'enregistreur est de regarder sur la platine. La bande doit être transportée depuis la bobine débitrice jusqu'à la bobine enrouleuse en passant devant les têtes. Ce transport est effectué par un ou plusieurs moteurs électriques. Nous nous limiterons à la version à un seul moteur qui met en mouvement l'axe d'entraînement, dit « cabestan ». L'extrémité de cet axe est visible sur la platine de la machine et fait défiler la bande qui est pressée contre lui par un *galet presseur en caoutchouc*. La bobine débitrice est également entraînée par le moteur, par exemple par une courroie, avec utilisation d'un *accouplement à friction*, car à l'enroulement, la section du rouleau de bande est toujours supérieure et par conséquent la bobine doit tourner plus lentement. Si l'axe de la bobine débitrice tournait à la même vitesse constante que l'axe du cabestan, une force trop importante s'exercerait sur la bande et celle-ci se casserait. Il se passe un phénomène identique à la bobine débitrice, pour empêcher que sur cette bobine (dont le diamètre du rouleau de bande diminue constamment), la bande fasse une perruque. En cas d'arrêt brusque, et en l'absence d'accouplement à friction, la bobine de gauche continuerait à tourner encore quelque temps et déroulerait donc de la bande qui ne pourrait être transportée.

Parmi les fonctions très importantes du mécanisme de transport, on doit encore mentionner la possibilité de *rebobinage et d'avance rapides* de la bande.

Comme pour le choix des différentes vitesses, possible sur quelques magnétophones, cela est exécuté mécaniquement par des transmissions très astucieuses et souvent compliquées. On fait ordinairement usage pour cela de galets *intermédiaires* en caoutchouc. La vitesse de rotation de l'axe d'entraînement est maintenue constante par un *volant*.

2. LES VITESSES ET LES PISTES SONORES

Vitesse

La *vitesse* choisie sur un magnétophone pour l'enregistrement et la reproduction, est souvent déterminante pour la qualité sonore. Plus la vitesse de défilement de la bande est élevée et meilleure est en général la reproduction des hautes fréquences. Un facteur important est ici la longueur de l'entrefer dans la tête de reproduction (voir aussi paragraphe 3)).

Il se produira également moins de distortion (provoquée par des irrégularités dans le mécanisme de défilement) de la qualité sonore avec une vitesse plus élevée.

Les vitesses utilisées sur les magnétophones sont fixées par conventions internationales, selon le tableau suivant:

30	15	$7\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{5}{16}$	inches par seconde (inch/s)
76	38	19	9,5	4,75	2,4	cm par seconde (cm/s)

Avec l'avancement de la technique, on assiste à une tendance vers des vitesses toujours plus basses. On a réussi au cours de ces dernières années à construire des magnétophones qui donnent une très bonne qualité musicale à une vitesse de 19 cm par seconde. Cette vitesse est déjà utilisée dans les studios où l'on n'utilisait auparavant que les vitesses 38 et 76 cm.

Pour les magnétophones non professionnels, 19 cm peuvent être considérés comme la vitesse permettant la qualité optimale. Egalement avec les vitesses 9,5 cm/s et 4,75 cm/s, on peut maintenant obtenir une qualité remarquable de reproduction de la musique et seule la vitesse introduite dernièrement de 2,4 cm/s peut être encore considérée provisoirement comme spécialement réservée à la parole ou à la musique à laquelle n'est posée aucune exigence particulière.

Piste unique

A l'origine, tous les magnétophones ne comportaient qu'une seule piste sonore sur leur bande. Insensiblement, le besoin se fit cependant sentir d'emmagasiner davantage d'informations sur une seule et même bande, pour diminuer les frais. C'est pourquoi seuls encore les magnétophones professionnels des studios utilisent une piste unique, à moins que

2 ou plusieurs pistes placées l'une à côté de l'autre ne soient nécessaires pour des enregistrements stéréophoniques. Actuellement, sur tous les autres types de magnétophones, une seule bande porte 2 ou 4 pistes.

Deux pistes.

Avec le système à double piste, on double la durée de chaque bande. La tête ne passe que devant la moitié de la largeur de la bande et est donc placée de façon à utiliser d'abord la partie supérieure de celle-ci. La bande est ensuite retournée et la partie inférieure enregistrée.

Quatre pistes.

Dans le système à quatre pistes, on n'utilise pour chacune que le quart de la largeur de la bande, ce qui double encore une fois la durée d'une

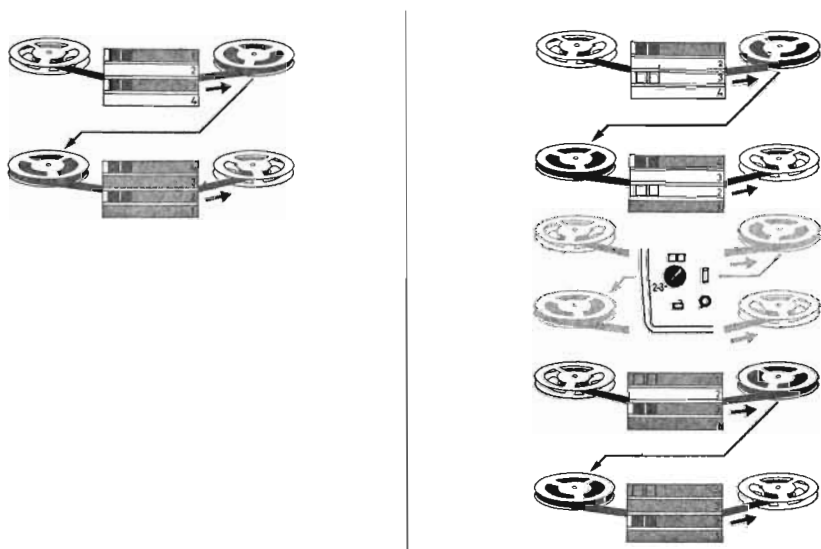


Fig. 12. Ordre à suivre pour l'enregistrement de quatre pistes.

Stéréo: Lorsqu'un programme stéréophonique est enregistré sur les pistes 1 et 3, seule la moitié de la bande est utilisée. Une fois la bobine de droite complète retournée et placée à gauche sur le magnétophone, un programme stéréophonique peut à nouveau être enregistré sur les pistes 4 et 2.

Mono: Lorsqu'un programme monophonique est enregistré sur la piste 1, 3 autres pistes sont encore disponibles. Après avoir retourné la bobine complète de droite, et l'avoir placée à gauche sur le magnétophone, l'enregistrement peut se poursuivre sur la piste 4.

Après avoir à nouveau interverti les bobines (le sélecteur se trouvant en position 2—3) la piste 3 peut être enregistrée. Lorsqu'enfin les bobines sont retournées encore une fois, la piste 2 peut être enregistrée.

bande à deux pistes (voir aussi fig. 13). Comme les magnétophones à 4 pistes sont souvent prévus pour la stéréophonie, où 2 pistes sont nécessaires simultanément pour le même enregistrement, 2 têtes magnétiques séparées sont utilisées et montées l'une au-dessus de l'autre dans un support.

Les fig. 12 et 13 montrent clairement comment se fait la lecture des 4 pistes. Pour les enregistrements stéréophoniques, 2 pistes sont simultanément utilisées pour les parties de gauche et de droite de l'image sonore, à savoir les pistes 1 et 3. Si l'on inverse ensuite les bobines, les pistes 4 et 2 peuvent être ensuite utilisées. En cas d'utilisation normale non stéréophonique du magnétophone, une seule piste est chaque fois nécessaire, piste

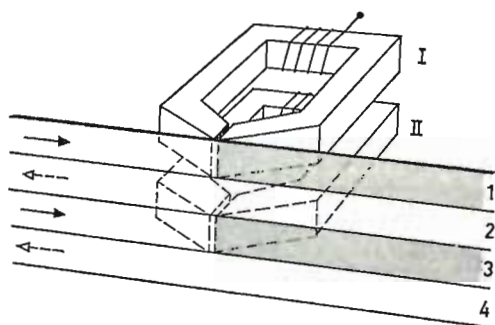


Fig. 13 Enregistrement sur une seule bande de plusieurs pistes.

qu'on peut choisir à l'aide d'un commutateur en combinaison avec l'inversion des bobines (fig. 12). Le tableau ci-dessous donne les longueurs les plus courantes de bandes, avec en regard la durée de reproduction obtenue pour les diverses vitesses des appareils d'amateurs.

On y voit également le rapport des durées entre la bande standard, la bande de longue durée, la bande de double et de triple durée, rapport qui est de $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3$.

LA TÊTE MAGNÉTIQUE

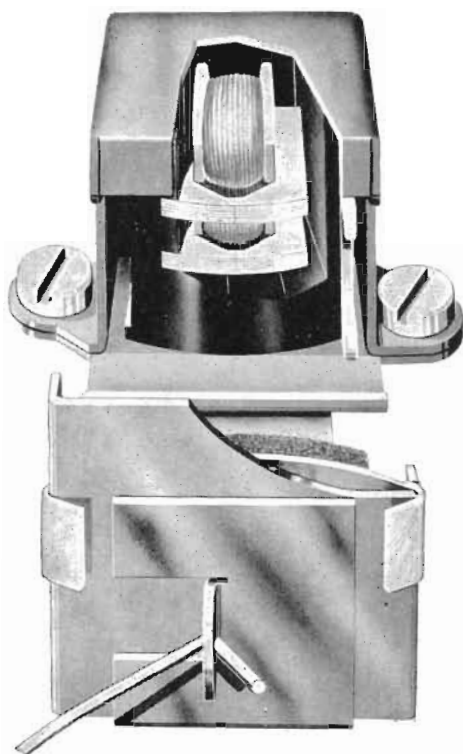


Photo 7

La tête magnétique d'enregistrement et de lecture comprend une combinaison de deux aimants dans un boîtier en résine synthétique, l'ensemble étant blindé contre les bourdonnements du moteur et du transformateur d'alimentation.

La partie frontale comprend une plaquette élastique munie de feutre. Cette partie est fermée lors d'un enregistrement ou d'une reproduction, le feutre pressant alors la bande contre la tête. Les deux systèmes magnétiques sont utilisés dans les enregistrements 4 pistes, mais seulement une à la fois. La bande peut enregistrer quatre pistes parallèles, de 1,1 mm chacune de largeur (environ $\frac{1}{4}$ de la largeur de la bande) et séparées les unes des autres par une zone de sécurité.

UN MAGNÉTOPHONE VU EN COUPE

Le mécanisme doit accomplir trois fonctions, soit:

1. Faire défiler la bande à vitesse constante devant la tête d'enregistrement et de lecture;
2. Faire enrouler la bande à grande vitesse sur la bobine de droite;
3. Faire enrouler la bande à grande vitesse sur la bobine de gauche.

Pour ces opérations, un moteur électrique (*H*) et une courroie (*B*) sont utilisés pour entraîner trois éléments, qui sont:

1. un volant avec galet d'entraînement (*E*);
2. une poulie (*J*) au-dessous de la bobine de droite;
3. une poulie (*A*) au-dessous de la bobine de gauche.

Chaque bobine est posée sur un disque, un couplage à glissement permettant à ce dernier d'être couplé à la poulie au-dessous de lui. Le disque de gauche utilise une courroie séparée pour entraîner le compte-tours (*F*).

Fonction 1

Le galet d'entraînement ayant un volant, sa vitesse est constante. La bande étant pressée sur le galet par un galet-presseur (*D*), tourne à la même vitesse constante que le premier galet. La bande s'enroule, du fait que le couplage à glissement entraîne la rotation du disque avec la poulie à grande vitesse sous la bobine de droite. La rotation de la bobine de gauche étant quelque peu freinée, la bande est tendue en passant devant la tête d'enregistrement et de lecture.

Fonctions 2 et 3

Le disque peut être couplé à la poulie pour un enroulement rapide de la bande. Pendant cette opération, le galet-presseur en caoutchouc (*D*) est écarté du galet d'entraînement, de sorte que le défilement de la bande n'est pas freiné. Le système de freinage est conçu de telle sorte qu'il permet d'arrêter brusquement le défilement de la bande sans risque pour celle-ci de se briser ou de faire des boucles. En position d'arrêt, le galet-presseur en caoutchouc reste écarté du galet d'entraînement.

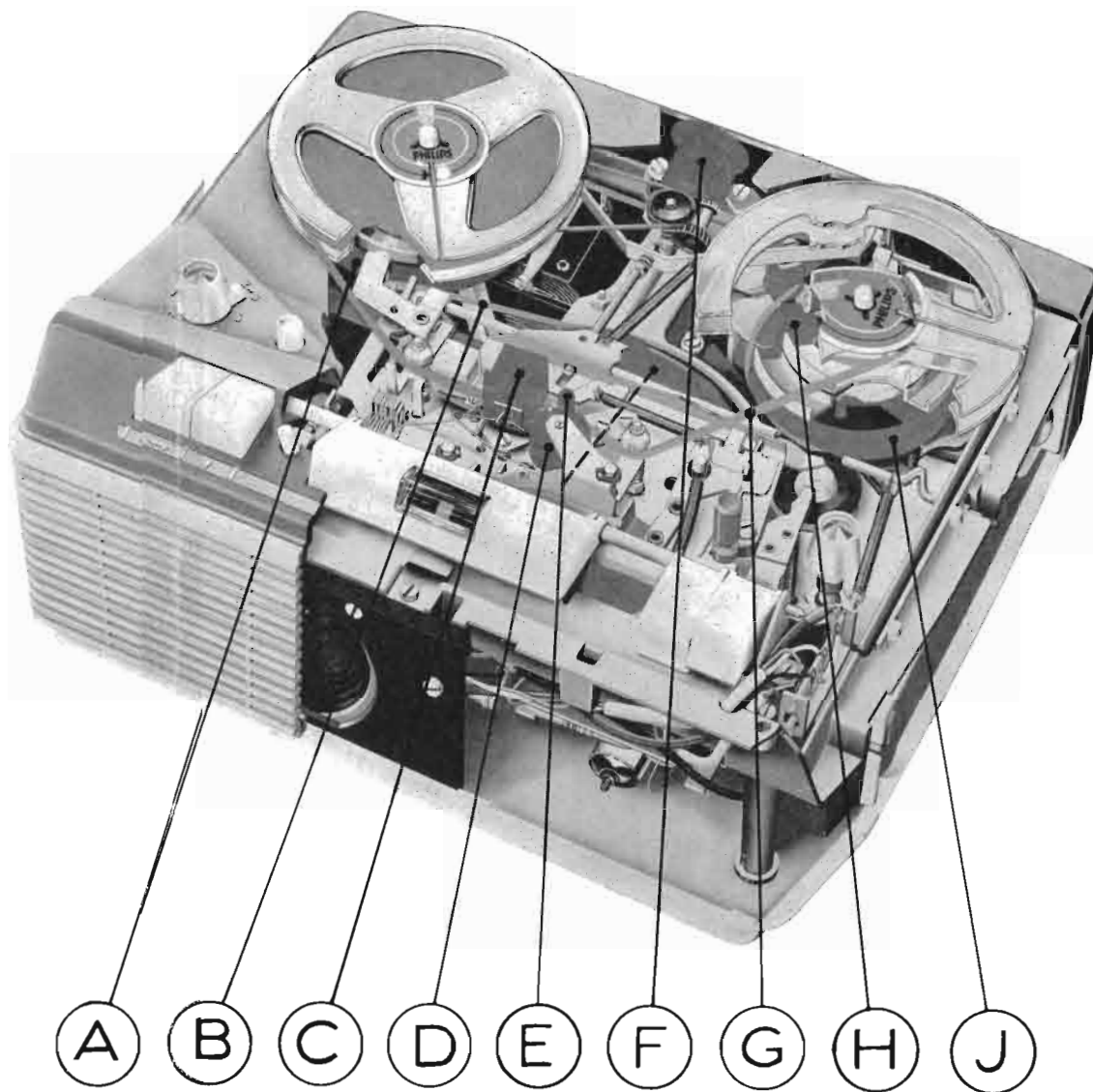


Photo 6

ENREGISTREMENT DE QUATRE PISTES SUR UNE BANDE

Image magnétique des enregistrements sur la bande
(rendue visible par un procédé spécial)



1. La piste du haut est enregistrée par la tête magnétique supérieure.



2. Après inversion de la bande, la seconde piste est à nouveau enregistrée par la tête magnétique supérieure.



3. La bande étant à nouveau inversée, la troisième piste est enregistrée par la tête magnétique inférieure.



4. Après une nouvelle inversion, la quatrième piste est alors enregistrée par la tête magnétique inférieure.

Photo 8



Photo 9
Contrôle des dimensions et de l'alignement de l'entrefer dans la tête magnétique.

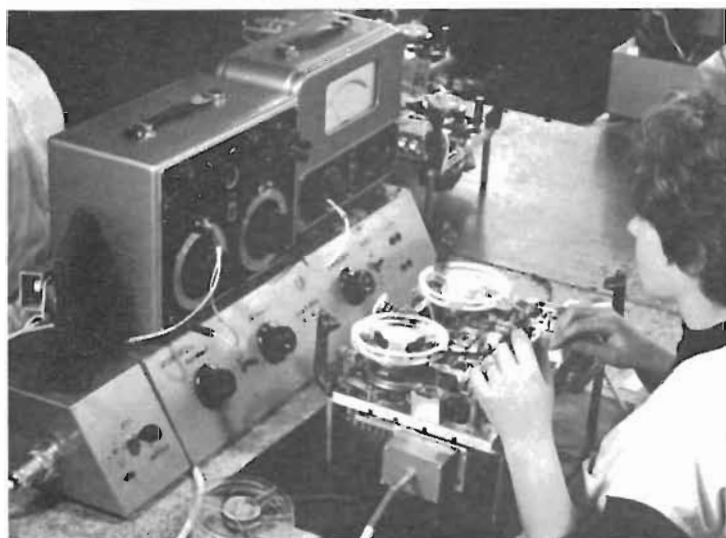


Photo 10
Contrôle du chassis monté.



Photo 11 Vérification des propriétés de la bande magnétique.

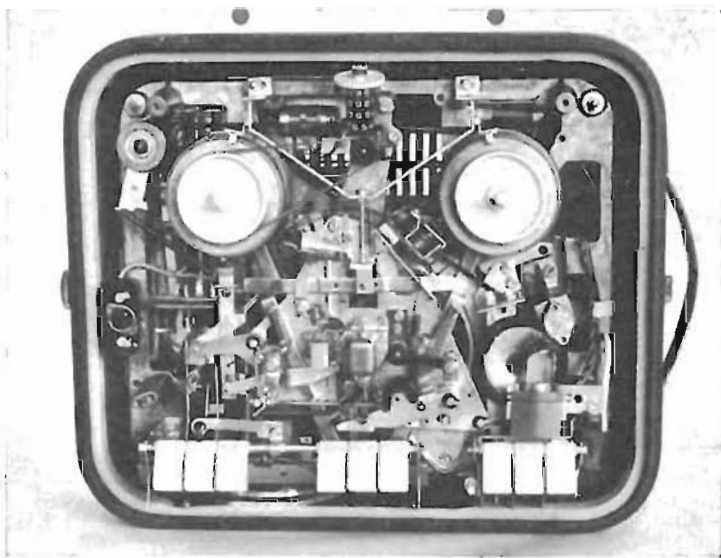


Photo 12 Vue intérieure du magnétophone à 3 vitesses.

Bande	Diamètre de la bobine	Longueur	Durée de reproduction <i>par piste</i> par minute					
			15/16"	2,4 cm	1 7/8"	4,75 cm	3 3/4"	9,5 cm
			7 1/2"	19 cm	7 1/2"	19 cm	7 1/2"	19 cm
<i>Bande standard</i>	3"	150 ft	45 m	30	15	7 1/2"	3 3/4"	7 1/2"
	4"	300 ft	90 m	60	30	15	3 3/4"	15
	5"	600 ft	180 m	120	60	30	3 3/4"	30
	5 3/4"	900 ft	270 m	180	90	45	3 3/4"	45
	7"	1200 ft	360 m	240	120	60	3 3/4"	60
<i>Bande longue durée</i>	3"	210 ft	65 m	45	22 1/2"	11	3 3/4"	11
	4"	450 ft	135 m	90	45	22 1/2"	3 3/4"	22 1/2"
	5"	900 ft	270 m	180	90	45	3 3/4"	45
	5 3/4"	1200 ft	360 m	240	120	60	3 3/4"	60
	7"	1800 ft	540 m	360	180	90	3 3/4"	90
<i>Bande double durée</i>	3"	300 ft	90 m	60	30	15	3 3/4"	15
	4"	600 ft	180 m	120	60	30	3 3/4"	30
	5"	1200 ft	360 m	240	120	60	3 3/4"	60
	5 3/4"	1800 ft	540 m	360	180	90	3 3/4"	90
	7"	2400 ft	730 m	480	240	120	3 3/4"	120
<i>Bande de triple durée</i>	3"	420 ft	130 m	90	45	22 1/2"	3 3/4"	22 1/2"
	4"	900 ft	270 m	180	90	45	3 3/4"	45
	5"	1800 ft	540 m	360	180	90	3 3/4"	90

Durée de reproduction totale par bobine

4 pistes *mono*: temps du tableau × 4. — 4 pistes *stéréo*: temps du tableau × 2. — 2 pistes *mono*: temps du tableau × 2. —

2 pistes *stéréo*: temps indiqué par le tableau.

3. LE FONCTIONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE

Les têtes magnétiques

Pendant l'enregistrement, la bande passe devant les pôles d'un électro-aimant. L'espace entre ces pôles est appelé entrefer. Celui-ci est très étroit, dans certains cas 2 microns (0,002 mm) seulement. Les pôles ou pièces polaires de la tête finissent en pointe aiguë, pour concentrer le champ magnétique dans l'entrefer.

Dans le noyau de la tête magnétique d'un magnétophone, un type d'alliage métallique magnétiquement meilleur conducteur que le fer doux est utilisé à la place de celui-ci. Une tête de ce «Mu-métal» est 150 fois plus sensible qu'une tête avec noyau en fer doux. Le «Mu-métal» se compose de fer, de nickel, de cobalt et de chrome.

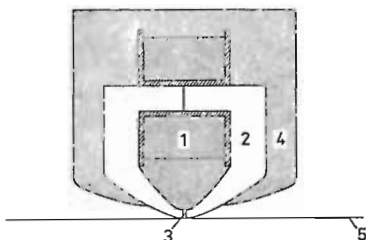


Fig. 14. La tête magnétique.
1. bobine, 2. noyau magnétique, 3. entrefer,
4. boîtier en résine synthétique, 5. bande.

Le noyau se compose de petites plaquettes ou de lamelles d'une épaisseur de 0,2 mm environ isolées les unes des autres. La raison est qu'en leur absence des courants de Foucault se produiraient pendant le phénomène de magnétisation dans le matériau magnétique de la tête. Ces courants électriques se transforment en perte d'énergie sous forme de chaleur. Ce phénomène est évité autant que possible par l'utilisation de lamelles isolées. L'emplacement où la bande vient en contact avec les pôles de l'électro-aimant est très critique. En premier lieu, la tête doit être parfaitement polie et le bord de l'entrefer doit être bien raide pour obtenir une bonne note. Une plaquette de cuivre-béryllium est disposée entre les deux pôles, ce qui rend possible notamment de régler de façon précise la largeur de l'entrefer. On évite également ainsi que l'entrefer ne se remplisse à la longue de particules d'oxyde de fer, ce qui entraînerait un court-circuit magnétique résultant en un affaiblissement du signal sonore.

La totalité de la tête magnétique est en résine synthétique moulée (matière plastique) et de plus blindée par un boîtier en «mu-métal» d'environ 1 mm d'épaisseur.

Le réglage de la tête sur le magnétophone est extrêmement important. Si par exemple l'entrefer n'est pas exactement perpendiculaire au sens de défilement de la bande, cela entraîne une perte dans les aigus.

La tête est réglée à la fabrication des magnétophones à l'aide d'une bande d'essai, sur laquelle une haute fréquence est inscrite de façon exactement perpendiculaire au sens de défilement de la bande. A la reproduction de cette bande d'essai, on peut, à l'aide d'un voltmètre électronique relié à la sortie de l'amplificateur de reproduction, vérifier si la tête se trouve à sa hauteur exacte et si l'entrefer est vraiment perpendiculaire au sens de défilement.

La plupart des magnétophones, ainsi que ceux de haute qualité, sont équipés actuellement d'une tête combinée d'enregistrement et de reproduction.

Les magnétophones professionnels, tels que ceux utilisés dans les studios de radiodiffusion, ont 2 têtes distinctes pour l'enregistrement et la reproduction. On peut ainsi immédiatement, c'est-à-dire une fraction de seconde après l'enregistrement, écouter si celui-ci satisfait à toutes les exigences. D'ailleurs, dans les studios, les exigences techniques appliquées à la tête d'enregistrement et à la tête de reproduction sont différentes.

Effacement

La tête d'effacement qui neutralise la bande magnétiquement avant le nouvel enregistrement, a un large entrefer afin d'obtenir un champ magnétique qui pénètre bien dans la bande, et est alimenté par un puissant courant alternatif de haute fréquence provenant de l'oscillateur. Le champ alternatif ainsi produit porte en succession rapide les particules magnétiques de la bande à leur saturation magnétique maximale, puis les ramène à zéro.

L'état magnétique des particules de fer se trouvant sur la bande est alors complètement perturbé, la bande est démagnétisée et convient pour recevoir le nouveau signal. Une exigence qui doit être posée à l'effacement est la suppression totale de tous bruits de fond de la bande. La tension alternative a donc une fréquence bien inférieure à la gamme audible (au-dessus de 30 000 Hz).

Prémagnétisation

Nous voulons maintenant parler d'une fonction extrêmement importante pour une bonne qualité sonore.

Pendant l'enregistrement, une *prémagnétisation haute fréquence* a lieu simultanément dans la tête d'enregistrement. Il apparaît notamment que le fait de superposer à un signal sonore un signal de haute fréquence peut considérablement améliorer l'enregistrement magnétique. Ce champ alter-

natif haute fréquence est produit dans le magnétophone par un tube oscilateur et monte à peu près à cinq à dix fois la fréquence la plus élevée du signal à enregistrer. On utilise en général des signaux de 40 000 à 80 000 Hz, donc des fréquences inaudibles.

La principale raison pour l'utilisation d'une prémagnétisation haute fréquence est que la valeur du magnétisme rémanent sur la bande n'est pas exactement la même que celle du champ magnétique original produit par les courants dans la tête. Avec des champs magnétiques faibles, il ne subsisterait même absolument aucun magnétisme sur la bande, tandis qu'avec des champs intenses, il se produirait quelque part une saturation pour laquelle la rémanence n'augmenterait plus. Les passages faibles ne pourraient plus être reproduits et le son serait fortement déformé dans les passages forts.

Le champ magnétique alternatif haute fréquence agit sur les caractéristiques magnétiques de la bande, de telle sorte qu'il empêche toute cause semblable de distortion. La sensibilité de l'oxyde de fer est pour ainsi dire augmentée. Ce phénomène sera par la suite expliqué théoriquement plus en détail.

La bande magnétique

Lors de l'enregistrement, les particules d'oxyde de fer (ordinairement le ferro-oxyde-gamma Fe_2O_3 se trouvant sur la bande se dirigent de façon à former des bandes verticales dont l'intervalle correspond respectivement aux vibrations magnétiques et aux fréquences sonores.

Les qualités caractéristiques de la bande magnétique dépendent très précisément de celles des têtes magnétiques. La première exigence pour une bonne bande sonore est l'uniformité de l'épaisseur de la couche magnétique. Toute irrégularité peut conduire à une mauvaise reproduction et enregistrement. L'oxyde de fer doit être réparti également sur la surface de la bande, non seulement sur sa largeur, mais également sur la totalité de sa longueur. La couche doit être fine pour rendre possible la même sensibilité pour les fréquences élevées et pour les basses. De plus, la bande doit pouvoir être facilement effacée.

Si ces exigences fondamentales sont satisfaites, on peut dire que la bande magnétique convient pour le magnétophone moyen. Cependant, il est évident qu'il existe encore des dizaines d'exigences spécifiques qui prennent surtout de l'importance lorsqu'il s'agit de types spéciaux de magnétophones, par exemple professionnels. Il existe également pour ceux-là des types spéciaux de bandes professionnelles.

Le contact entre le côté sensible (mat) de la bande et la tête doit être aussi bon que possible. Si la bande ne défile pas tout contre la tête, l'intensité sonore des aigus est considérablement plus faible à la reproduction, parce que le champ des charges magnétiques se ferme en dehors de la tête. Les millièmes de millimètre comptent ici. Un contact variable pro-

voque des modifications de courant qui entraînent la distorsion et les bruits étrangers. Le contact est certainement mauvais s'il y a de la poussière et de la saleté sur les têtes.

Il découle de tout cela qu'une première exigence portant sur les caractéristiques mécaniques de la bande magnétique est la souplesse de sa couche plastique de base. En outre, la bande doit être suffisamment robuste pour résister à la force de traction de tout magnétophone normal. Elle ne doit pas se rompre, même en cas de brusque freinage du mécanisme. Elle ne doit également pas s'étirer ou boucler. Les bandes bouclées donnent une reproduction «vacillante». Les bandes étirées donnent un ton plus bas, le temps de défilement étant allongé. La bande doit en outre ne pas être mécaniquement attaquée par les variations de température et l'humidité. L'oxyde de fer doit adhérer solidement à la couche de base, pour que les particules de fer ne puissent se détacher et éventuellement encrasser l'entrefer de la tête. La couche sensible de la bande est laminée, ce qui la rend plus lisse et plus homogène et grâce à quoi ne peut se produire d'usure importante ni à la bande ni à la tête lorsque la bande glisse sur cette dernière. Les particules d'oxyde de fer ont une longueur moyenne inférieure à un micron et une épaisseur d'un dixième de micron.

Magnétiquement, les particules de fer doivent être aussi fines pour que les variations les plus rapides de fréquence puissent être reproduites fidèlement. La rémanence et la coercition sont déterminées par la qualité de l'oxyde.

Outre les caractéristiques magnétiques et mécaniques, on parle pour les bandes de caractéristiques électroacoustiques. L'absence de souffle et l'uniformité de sensibilité sont importantes pour la reproduction identique de toutes les fréquences, également lorsque l'on utilise divers types de bandes indistinctement. Une bande doit enfin présenter un faible effet de copie; on entend par là la transmission éventuelle de la magnétisation d'une couche de bande embobinée sur les couches voisines.

Il existe de nombreux types de bandes. En premier lieu, on les classe en bandes homogènes et bandes à 2 couches. Par bandes homogènes, on entend la poudre magnétique laminée avec le matériau support, tandis que la poudre est appliquée sur le support dans la bande à 2 couches. Une subdivision d'après le matériau-support se présente plus souvent, à savoir les bandes à base de PVC (chlorure de polyvinyle), de P.E. (polyester) ou d'acétate de cellulose. Les 2 premiers types sont le plus souvent utilisés sur les magnétophones amateurs par suite de leur grande souplesse; le dernier est pratiquement utilisé seulement par la radiodiffusion. Enfin, on a des bandes en papier, mais qui présentent naturellement d'assez mauvaises caractéristiques.

Une division pratique des divers types de bandes est: *la bande standard, la bande longue durée, la bande de double durée et de triple durée.*

Il s'agit surtout là d'une différence d'épaisseur de la bande, qui permet d'en embobiner plus ou moins sur une bobine. La bande standard a une épaisseur moyenne de $52\ \mu$, la bande longue durée de $35\ \mu$, la bande de double durée de $26\ \mu$ et la bande de triple durée de $18\ \mu$.

Tête et bande

Dans la tête et dans la bande, on utilise des matériaux totalement différents par leurs principes et présentant des caractéristiques diverses. La tête doit, pour rendre possible un enregistrement local sur la bande, pouvoir parfaitement concentrer le champ magnétique et être donc composée d'un noyau de matériau magnétiquement bon conducteur. L'oxyde de fer sur la bande doit acquérir une magnétisation permanente et donc conserver le magnétisme.

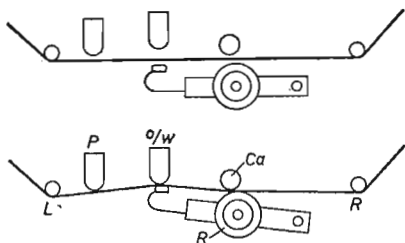


Fig. 15. Voici comment la bande est amenée en étroit contact avec la tête d'effacement-reproduction à l'aide d'un feutre presseur. *L* et *R* sont les broches de guidage gauche et droite. *P* = tête d'effacement, *o/w* = tête d'enregistrement-reproduction, *Ca* = cabestan, *R* = galet presseur en caoutchouc, dont le bras porte un ressort avec le feutre-presseur.

Les problèmes d'aimantation qui en découlent ne sont pas simples. Dans le chapitre suivant, on essaiera de s'en faire une idée à l'aide d'un examen théorique de l'opération d'enregistrement et de reproduction.

Nous examinerons ci-dessous en détail un autre facteur qui a trait à la meilleure qualité possible de l'enregistrement sonore, à savoir la relation entre la longueur de l'entrefer, la vitesse de la bande et la fréquence. Ce rapport facile à expliquer concerne principalement des phénomènes dépendant de la longueur d'onde.

Une note de $10\,000\text{ Hz}$ occupe sur une bande, qui se déroule devant la tête à une vitesse de $9,5\text{ cm par seconde}$ une longueur d'onde de $9,5$ sur $10\,000 = 0,000\,95\text{ cm} = 9,5\text{ microns}$ (la longueur d'onde = vitesse: par fréquence). Il est apparu qu'une note pour laquelle la longueur d'onde est égale à la longueur de l'entrefer de la tête ne sera *pas* reproduite, car le circuit magnétique de la tête se trouve exactement sous les influences positives et négatives d'intensité identique, qui se neutralisent

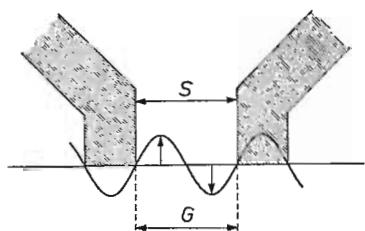


Fig. 16. S = longueur de l'entrefer = 9,5 microns. G = longueur d'onde = 9,5 microns. Comme $G = S$, il ne passe par la tête aucune ligne de force magnétique et il n'y a donc pas de reproduction.

(fig. 16). L'entrefer de la tête doit toujours être plus court que la longueur d'onde à reproduire et ne pas dépasser les deux tiers de la plus courte longueur d'onde à reproduire.

Dans le cas ci-dessus, la longueur de l'entrefer doit être au maximum de 6 microns. Il n'est plus rare de rencontrer sur les magnétophones modernes un entrefer de 2 à 3 microns, de sorte qu'une note de 15 000 Hz à une vitesse de 4,75 cm/s peut être encore raisonnablement reproduite.

Ce qui précède, et surtout la formule $g = s/f$ montre clairement que pour les vitesses inférieures et les fréquences plus élevées, la longueur d'onde est plus courte et par conséquent qu'il est nécessaire d'avoir de très petits entrefers. Cela explique également le réglage de l'entrefer, c'est-à-dire pour quelle raison l'entrefer doit rester pendant l'enregistrement et la reproduction exactement dans la même position par rapport au sens de défilement de la bande. La fig. 17 représente ce qui se produit lorsque l'entrefer est placé obliquement.

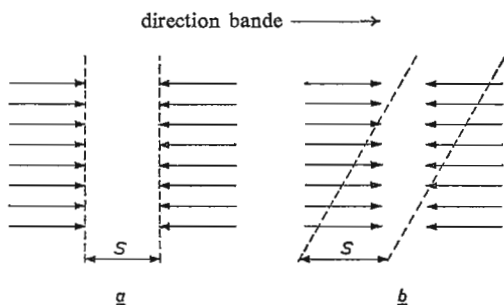


Fig. 17. Disposition oblique de l'entrefer: les spectres magnétiques sont différemment dirigés et se compensent.

Distorsion et signaux perturbateurs

Outre la *distorsion linéaire* (voir les chapitres sur la qualité sonore et sur le processus électrique), on parle dans l'enregistrement magnétique sonore de *distorsion non linéaire*, qui apparaît pour un enregistrement trop puissant. La limite de saturation est alors dépassée (surmodulation) et le phénomène correspondant de déformation se manifeste par une déformation harmonique (l'apparition d'harmoniques supérieures indésirables d'une certaine fréquence présentes dans le signal sonore) et par la distorsion de transmodulation (l'apparition de notes combinées non harmoniques indésirables de deux fréquences ou plus présentes dans le signal sonore). *L'intensité d'enregistrement maximale est déterminée* par la limite de saturation.

La bande démagnétisée n'est pas totalement non magnétique, mais les petits aimants qui s'y trouvent se maintiennent en équilibre. Il résulte de l'induction résiduelle que l'on a un *souffle nul* ou neutre. Celui-ci ne doit naturellement jamais être audible et le signal sonore enregistré doit être puissant par rapport au souffle. *L'intensité minimale d'enregistrement* est déterminée par ce rapport.

Le rapport entre le niveau de distorsion et le souffle nul, le rapport signal-souffle, détermine la dynamique utilisable du système d'enregistrement (voir aussi page 38).

En outre, on distingue encore le *souffle de modulation*, qui dépend également de la structure de la couche magnétique. Pour une magnétisation constante, le nombre de petits aimants varie lorsque la bande n'est pas complètement homogène. Ainsi se produisent des fluctuations du champ dans la tête, proportionnelles à l'intensité d'enregistrement.

4. THEORIE DES PROCESSUS D'ENREGISTREMENT ET DE REPRODUCTION

La magnétisation

Tout matériau magnétique est constitué d'éléments magnétiques, dont l'aimantation peut prendre le sens d'un champ magnétique extérieur. Ces éléments sont dirigés plus ou moins au hasard dans un matériau non magnétisé et cette situation est maintenue par l'attraction réciproque des pôles nord et sud (voir fig. 18).

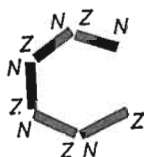


Fig. 18. Disposition des zones magnétiques.

Si un champ magnétique extérieur est appliqué par exemple par suite du passage d'un courant dans une bobine entourant le matériau magnétique (notamment un noyau de fer), ce champ sera tout au plus à même pour de faibles valeurs (courant faible) de modifier légèrement la situation d'équilibre des éléments magnétiques. La situation d'équilibre est rétablie lorsque le courant manque, exactement comme lorsqu'on lâche un ressort tendu. Tout d'abord, lorsque le champ extérieur dépasse une certaine valeur de seuil, certains aimants élémentaires (offrant la moindre résistance) s'orientent de façon permanente. A mesure que l'intensité du champ augmente, cela se manifeste davantage. L'aimantation croît de façon linéaire avec le champ extérieur, jusqu'à ce que tous les aimants élémentaires soient orientés. A ce point, la magnétisation ne peut plus augmenter et la saturation est atteinte. Voir fig. 19.

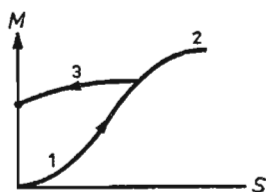


Fig. 19. Rapport entre l'aimantation (M) et l'augmentation de courant (S). 1. valeur de seuil, 2. saturation. Si entretemps le courant est interrompu, l'aimantation prend l'allure de la courbe 3.

Si le courant est coupé, la magnétisation ne retombe pas à zéro, mais un magnétisme permanent subsiste dans le matériau, car les aimants élémentaires sont restés orientés (rémanence).

La magnétisation permanente dépend de la plus forte valeur atteinte par le champ extérieur et est maximale lorsque le matériau est porté à saturation. On peut également dire que la magnétisation permanente est presque proportionnelle à la différence entre la valeur de crête du courant et la valeur de seuil. Cela joue rôle lors de l'enregistrement. Si le champ externe est provoqué par un *courant alternatif* qui traverse une bobine, ce champ varie entre une valeur extrême dans un sens et la même valeur en sens opposé. Le matériau magnétique parcourt donc en permanence, pour un courant suffisamment intense, toutes les positions entre les saturations extrêmes, et si nous représentons graphiquement ce cycle, on obtient une boucle dite d'hystérésis (fig. 20).

La courbe d'hystérésis n'est entièrement parcourue que pour un champ alternatif suffisamment puissant qui est à même d'atteindre la saturation dans les deux sens. En ce qui concerne le matériau, le champ diminue alors progressivement avec l'amplitude du courant alternatif, jusqu'à ce qu'il soit finalement nul, et dans ce cas le matériau reste magnétiquement neutre, indépendamment des antécédents (effacement).

En fait, le matériau a alors parcouru un grand nombre de courbes d'hystérésis d'importance décroissante, ce qui est indiqué schématiquement dans la figure.

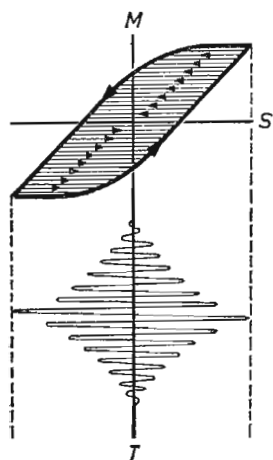


Fig. 20. Boucle d'hystérésis.

L'évolution du courant provoque une aimantation, dont le sens change alternativement. S = courant, T = temps, M = aimantation.

L'effacement

Pour l'effacement, la bande se déroule le long de la tête d'effacement avec entrefer, tête excitée par un courant haute fréquence. Une partie déterminée de la bande parcourt, à l'approche de l'entrefer, un champ alternatif d'amplitude croissante, qui reste constant au passage de l'entrefer et diminue après avoir dépassé ce dernier pour retomber à zéro. Le cycle se

déroule comme dans la fig. 20. Si l'intensité maximale de champ trouvée s'élève jusqu'à la saturation, tous les antécédents sont effacés et la bande est à nouveau démagnétisée. Si l'intensité du champ d'effacement est trop faible, un signal puissant enregistré auparavant ne sera pas effacé. A l'enregistrement, les éléments difficilement orientables étaient alors orientés. Lors de l'effacement, l'intensité du champ d'effacement n'a pas été suffisante pour *désorienter* à nouveau ces éléments, de sorte que l'enregistrement a subsisté.

L'enregistrement

La bande se déroule maintenant le long de la tête d'enregistrement. Celle-ci présente un petit entrefer, excité par une bobine parcourue par un certain courant.

Nous supposons provisoirement que ce courant est uniquement proportionnel au signal sonore. Une partie déterminée de la bande traverse, à l'approche de l'entrefer, un champ magnétique croissant. Le champ reste constant lors du passage, puis diminue. Le temps pendant lequel une particule est soumise au champ est si bref que l'on peut négliger la variation du signal sonore (courant alternatif).

En chaque point de la bande est maintenant fixée une certaine aimantation dépendant de la valeur qu'avait le courant au moment où ce point de la bande traversait l'entrefer. Ainsi le *signal sonore* est donc enregistré *en fonction du temps* sous la forme d'une *magnétisation en rapport avec lui en fonction de la longueur de la bande*.

En fait, si l'on appliquait à la tête seulement le courant du signal, on

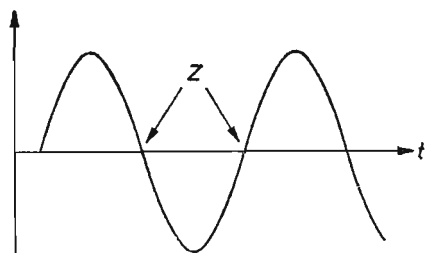


Fig. 21. Evolution du courant. Z indique les passages à zéro.

découvrirait immédiatement l'influence gênante du fait qu'une magnétisation ne se produit qu'au-dessus d'une certaine valeur de seuil, ainsi que nous l'avons déjà dit (en effet, l'enregistrement ne s'effectue linéairement qu'à partir de cette valeur de seuil, et jusqu'à la saturation). Il en découle qu'il se produit une forte distorsion, parce que seules les crêtes du signal sont enregistrées tandis que les alentours des points zéro ne le sont pas (fig. 21).

Pour empêcher cela, un signal auxiliaire doit être appliqué pour «remplir» la zone nulle. Ce signal auxiliaire (prémagnétisation ou polarisation)

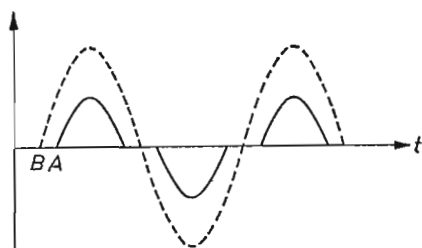


Fig. 22. Aimantation de la bande par suite du courant. A = lorsqu'il n'y a aucune prémagnétisation. B = avec prémagnétisation.

peut être continu ou H.F. (fig. 22). Il est évident qu'un courant continu peut servir de signal auxiliaire pour dépasser le seuil. A première vue, il n'est pas admissible que cela puisse aussi s'effectuer avec un courant alternatif H.F. Ce qui se passe est particulièrement compliqué, et ne peut être approfondi dans le cadre de ce livre. Qu'il suffise aux lecteurs de savoir que l'on peut obtenir avec un tel courant auxiliaire un rapport linéaire entre la magnétisation et le signal sonore.

La reproduction

A la reproduction, le signal électrique fonction du temps (courant traversant la tête d'enregistrement) est fixé sous la forme d'une magnétisation alternative fonction de la longueur de bande. Durant la reproduction, le champ magnétique des petits aimants enregistrés (particules d'oxyde de fer devenues des aimants permanents) se ferme partiellement dans la couche magnétique, et partiellement à travers l'air et à travers le support non magnétique (fig. 23).

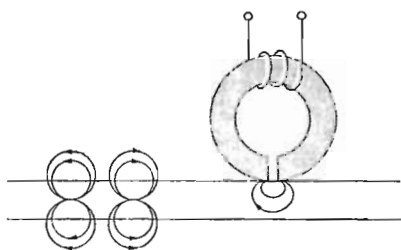


Fig. 23. Concentration des lignes de force à travers la tête lors de la reproduction.

Lorsqu'un petit aimant enregistré passe devant la tête de reproduction, les lignes de force qui sortent trouvent un bon chemin conducteur magnétique à travers le noyau de la tête. Ces lignes se concentrent alors à travers ce noyau. Si la bande se déplace, le champ dans la tête varie d'intensité et de direction et induit donc des tensions dans le bobinage. Ces tensions sont proportionnelles à la magnétisation, ainsi qu'à la vitesse à la-

quelle varie le champ à travers la tête, donc avec la vitesse de passage des petits aimants. La tension sera alors proportionnelle à la fréquence du signal.

Perte dépendant de la longueur d'onde

Une perte se produit pour une courte longueur d'onde (haute fréquence) car les petits aimants qui se trouvent dans un environnement magnétiquement conducteur (la couche magnétique proprement dite) sont démagnétisés par le champ propre et celui des petits aimants voisins.

Cet effet (*perte par démagnétisation*) est d'autant plus fort que les aimants sont plus courts, donc pour de courtes longueurs d'onde. La bande limite par suite l'enregistrement des courtes longueurs d'onde, donc des hautes fréquences. C'est pourquoi l'on essaye de fabriquer la bande de telle sorte que la conductibilité magnétique (perméabilité) soit aussi faible que possible.

A la reproduction, les pertes suivantes se présentent, pertes qui ont également rapport à la reproduction des aiguës, donc des courtes longueurs d'onde. En premier lieu, il peut arriver que l'entrefer soit trop long et ne reproduise pas bien les plus courtes longueurs d'onde. Les petits aimants se compensent mutuellement, comme le montre la fig.17. Cela est appelé *l'effet d'entrefer*.

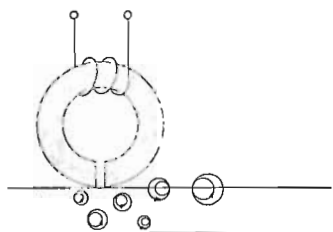


Fig. 24. Evolution des lignes de force pour des longueurs d'onde courtes et longues, pour les petits domaines magnétiques se trouvant à la surface et à plus grande profondeur.

En second lieu, il se produit *l'effet d'éloignement*, c'est-à-dire que les particules placées le plus profondément dans la couche magnétique (voir fig. 24) et qui se trouvent à plus grande distance du plan de la tête, ne sont qu'effleurées pour les plus courtes longueurs d'onde. On pourrait dire que l'épaisseur de bande lue diminue avec la longueur d'onde. Cela plaide pour une couche magnétique mince.

5. LA QUALITE SONORE ET L'OUÏE HUMAINE

Dans le premier chapitre ont été brièvement traités quelques aspects physiques et musicaux du son. Il est temps maintenant de montrer le rapport qui existe entre des concepts comme la fréquences et l'intensité sonore et l'ouïe humaine, ainsi qu'avec la qualité sonore des appareils électroniques.

Volume et intensité sonore

Les enregistreurs et installations sonores auxiliaires doivent permettre une reproduction extraordinairement fidèle du son original. Pour y arriver, il est important pour le fabricant de savoir quel rôle joueront à la perception les écarts qui se produisent dans l'appareillage par rapport à une reproduction fidèle. Nous en arrivons ici aux caractéristiques de l'ouïe humaine.

L'ouïe comporte une sorte de régulation automatique de volume. Lorsqu'un son puissant frappe notre oreille, la sensibilité de celle-ci est automatiquement diminuée. Un son mille fois plus puissant n'est par conséquent pas entendu mille fois plus fort. Lorsque nous parlons «d'amplification», il faut bien considérer si nous parlons d'intensité absolue du son (volume) ou de l'impression enregistrée (intensité sonore).

Rapports de puissances

Dans la technique du son, on utilise pour les rapports d'intensité sonore un étalon qui est adapté au comportement de l'ouïe. Selon la loi de Weber-Fechner, l'impression d'intensité sonore croît avec le logarithme de cette intensité. On exprime par conséquent le rapport des intensités sonores d'après leurs logarithmes décimaux.

L'unité utilisée pour le rapport d'intensité sonore est le bel. Pour des raisons pratiques (le bel étant trop grand), on note généralement en dixième de bel (ou décibel). Un son deux fois plus intense est plus puissant de 0,3 bel ou de 3 dB. L'impression d'intensité dépend fortement de la hauteur de la note, surtout pour les faibles niveaux sonores (expériences de Fletcher). Pour un son grave, il faut un niveau sonore beaucoup plus élevé que pour un son aigu pour donner la même impression d'intensité. Il en découle que les graves sont très critiques pour la reproduction du son, surtout lorsque l'on abaisse le niveau au-dessous du son original (comparer l'intensité de la reproduction dans la salle de séjour avec celle d'un orchestre qui paraît beaucoup plus forte dans la salle de concerts). Il est bien évident que cela a de nombreuses conséquences pour toutes sortes d'appareillages sonores. Pour la reproduction de la musique chez soi, les graves devront donc être poussés pour préserver le timbre original.

Dans certains magnétophones, on trouve une telle compensation sous la forme d'un régulateur de volume dit physiologique.

Pour la reproduction de la parole, qui s'effectue généralement de façon plus intense que le niveau original, les notes graves doivent par contre être atténuées. Cela se produit instinctivement chez les auditeurs critiques lorsqu'ils tournent leur réglage de tonalité vers « moins de graves ».

Courbe de fidélité (caractéristiques de fréquence) et décibel

Pour les instruments comme pour la voix, nous parlons de la gamme de fréquence d'un magnétophone, gamme qui s'exprime dans une *courbe de fidélité*. Dans le chapitre I, on a déjà mentionné que les fréquences sont mesurées en hertz. La courbe de fidélité est une représentation graphique de l'enregistrement ou de la reproduction des audiofréquences. Sur l'axe des abscisses d'une telle courbe, les fréquences en Hz sont exprimées sur l'échelle logarithmique, donc adaptées à l'ouïe; sur l'axe des ordonnées sont marqués les rapports d'intensité sonore en dB.

Le décibel, dont nous avons dit qu'il indique pour la comparaison de deux niveaux sonores combien de fois l'un est plus intense que l'autre, est donc une mesure relative, qui peut être rendue absolue en prenant comme zéro (0 dB) le niveau sonore de la note la plus faible de 1000 Hz que l'ouïe normale peut encore distinguer et qui sera définie comme étant 0 phone.

Le *seuil d'audibilité* se trouve donc à une intensité sonore de 0 phone. Le *seuil de douleur* (intensité sonore si forte qu'elle donne une sensation douloureuse) se trouve vers 130 phones et cette valeur est choisie comme la plus élevée de l'échelle. Entre 0 et 130 phones sont étagées toutes les intensités sonores normales, depuis « calme presque absolu » à « vacarme infernal » (voir aussi le chapitre I).

Lorsque l'on dit qu'un magnétophone a une courbe de fidélité de 60 à 13 000 Hz -5 dB, cela signifie que, mesurée pour ces deux fréquences extrêmes, l'intensité sonore est tombée à la reproduction de 5 dB. Lorsque l'on indique pour un tel appareil 60-13 000 Hz $\pm$ 3 dB, le volume sonore fourni ne dépasse pas 3 dB au-dessus et 3 dB au-dessous du niveau obtenu à la fréquence de référence de 1000 Hz, et la variation totale est au maximum de 6 dB dans la gamme de fréquences de 60 à 13 000 Hz. Les plus grandes variations se produisent dans les hautes et les basses fréquences. Une évolution progressive de la courbe de fidélité avec variation de $\pm$ 3 dB ne donne pas une modification audible du timbre.

La courbe de fidélité est la plupart du temps mesurée électriquement, c'est-à-dire de l'entrée à la sortie du magnétophone (courbe de fidélité « globale »). On peut également mesurer acoustiquement tout le circuit depuis le microphone (livré avec l'appareil) au haut-parleur (incorporé) du magnétophone et l'on parle alors de courbe de fidélité acoustique. Cela peut être influencé par le fait que dans la pratique, les micro-

phones diffèrent souvent de caractéristique d'un exemplaire à l'autre, et que l'on prend souvent en considération, au lieu du petit haut-parleur incorporé, de plus grands haut-parleurs montés dans des enceintes plus grandes ou sur des baffles plus grands, pour améliorer la qualité de reproduction.

Dynamique

Le seuil d'audibilité de zéro phone est établi pour un emplacement absolument calme. Dans une salle de séjour ou de concert avec public tranquille, le souffle perturbateur monte cependant à 43 phones, ce qui assourdit quelque peu l'oreille. Le seuil d'audibilité se déplace en conséquence vers environ 25 phones. Comme des sons dépassant 100 phones ne sont plus musicaux pour l'oreille, la *dynamique* de celle-ci hors la parole et la musique n'atteint que 75 dB. La dynamique pour la musique d'orchestre est d'environ 70 dB, et pour la parole d'environ 40 dB (fig. 25).

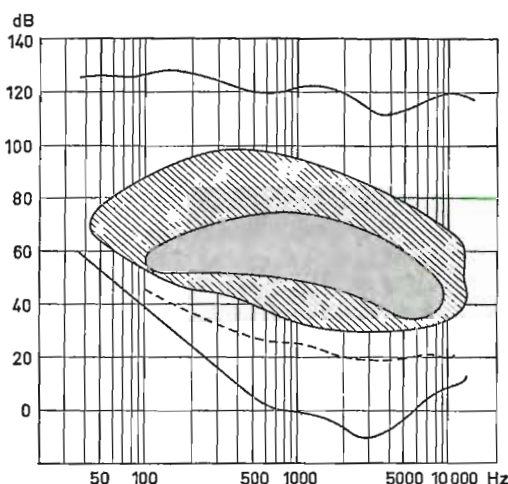


Fig. 25. Diagramme d'audibilité où est indiqué le seuil d'audibilité, le seuil de douleur, et la zone de la parole (en pointillés) et de musique symphonique (hachurée). La ligne pointillée inférieure indique le seuil d'audibilité avec un bruit perturbateur de 43 phones (living-room avec ses occupants, salle avec public tranquille).

On entend par dynamique le rapport entre le volume fortissimo et le plus faible pianissimo. En terme d'électroacoustique, la dynamique est le rapport en dB entre le niveau de distorsion et le niveau propre de perturbation, et est donc déterminée pour les magnétophones par le rapport signal-souffle.

A la réalisation d'enregistrements professionnels, comme ceux destinés aux disques et aux bandes préenregistrées, une certaine compression de la dynamique a généralement lieu pour éviter les difficultés provoquées par les limitations dans la gamme dynamique technique. Ainsi, les passages les plus doux sont enregistrés à niveau plus élevé que le volume original,



Photo 13
Introduction de la
bande dans le Synchro-
dia, monté proche du
magnétophone.



Photo 14
La reproduction de bandes stéréo est possible en montant un pré-
amplificateur séparé sur un magnétophone adéquat.



Photo 15

Magnétophone avec bande sans fin. Dans ce cas, la bande tourne autour de la tête de reproduction. Cette méthode permet la répétition ininterrompue de programmes musicaux, d'annonces publicitaires, etc.



Photos 16, 17 et 18

Trois microphones Philips d'enregistrement monaural. Le modèle de gauche est à cristal et les deux autres électrodynamiques.



Photo 19

Microphone stéréophonique Philips, constitué de deux microphones dans un seul boîtier.

pour obtenir pour ces passages un rapport signal-souffle satisfaisant. Dans les passages très forts, le volume est un peu diminué pour éviter la surmodulation.

La norme de qualité

Il est très important pour un bon enregistrement et une bonne reproduction sonores, lorsque nous récapitulons ce qui précède, d'obtenir une reproduction naturelle de la parole et de la musique avec la totalité du spectre de fréquences, selon le rapport de volume original, donc avec une dynamique complète. Les écarts de la transmission du spectre s'appellent *distorsion linéaire* et sont exprimés par des écarts correspondants sur la ligne horizontale de la courbe de fidélité. On dit aussi que cette dernière doit être aussi plate ou aussi droite que possible.

On s'est d'autre part aperçu que la qualité sonore, quoique également déterminée par la qualité du système d'enregistrement, dans notre cas, est un concept subjectif par suite de toutes sortes de caractéristiques de l'ouïe. On ne peut donc jamais exprimer la qualité sonore par un chiffre exact. La meilleure définition que nous avons jusqu'ici rencontrée est la suivante: *la qualité sonore du point de vue technique est la proportion dans laquelle la reproduction donne à l'auditeur l'illusion d'une exécution réelle*. Outre les facteurs déjà cités, facteurs qui sont en rapport direct avec la perception par l'auditeur du signal sonore reproduit, on doit indubitablement tenir compte encore de l'acoustique de l'emplacement où il se tient.

On ne doit aussi pas oublier que l'écoute du son est pour chacun une question personnelle. Cela est aussi valable pour l'écoute du son original que pour le son reproduit. Chaque homme est, comme l'approuveront les psychologues, un produit de tendances et de sentiments. Rappelons ici les différences d'opinions des critiques musicaux. Dans les laboratoires d'électroacoustique, de nombreuses expériences ont été faites en faisant écouter diverses sortes de musique à des experts en la matière. Il s'agissait de la fidélité (high fidelity) de microphones, d'amplificateurs, de magnétophones, de haut-parleurs, etc. Dans certains cas, il s'est avéré extrêmement difficile ou même problématique de distinguer des reproductions ayant des courbes de fidélité supérieures d'autres courbes techniquement imparfaites. Sans parler d'expériences où les auditeurs ne savaient pas s'ils écoutaient un enregistrement ou un véritable orchestre que l'on avait placé derrière un rideau.

6. LE PROCESSUS ELECTRONIQUE

Les importantes exigences concrètes de qualité auxquelles doit satisfaire la totalité de la chaîne d'enregistrement sonore sont:

- a Une gamme étendue de fréquences du microphone, du magnétophone et du ou des haut-parleurs.
- b Des caractéristiques de fréquences harmonisées de ces 3 éléments.
- c Absence de distorsion et de bruit perturbateur.

Les caractéristiques électroacoustiques du magnétophone proprement dit, telles qu'elles sont indiquées dans les spécifications techniques des brochures, etc., sont déterminées par la courbe globale de fidélité, la gamme dynamique (rapport signal-souffle) et la distorsion.

En outre, la puissance de sortie, exprimée en *watts*, est importante. On peut remarquer ici qu'il existe toujours la possibilité d'amplification ultérieure, sous forme de branchement à un amplificateur Hi-Fi.

Correction de la courbe de fidélité

Pour réaliser la courbe de fidélité globale, nous examinerons maintenant de façon plus détaillée la distorsion et la correction nécessaire dans les amplificateurs.

Cette caractéristique doit être droite, porter sur une aussi grande partie que possible de la gamme des hautes fréquences, et être la somme des rapports de fréquences dans l'amplificateur d'enregistrement, dans les phénomènes magnétiques dans la tête et dans la bande, ainsi que dans l'amplificateur de reproduction. Le son est plusieurs fois déformé dans le magnétophone: tout d'abord par les variations d'intensité et de tension électriques, puis dans une magnétisation correspondante de l'oxyde de fer de la bande et enfin, par la suite, tout se reproduit dans l'ordre inverse à la reproduction du son. Dans le phénomène de magnétisation, la déformation se produit linéairement. Le phénomène de *distorsion linéaire* peut être défini comme un écart dans le rapport mutuel d'intensité des différentes fréquences, comparé avec les rapports d'intensité tels qu'ils existaient dans l'original. Nous pouvons distinguer comme cause de cette distorsion:

- a) La proportionnalité de principe de la tension fournie par la tête magnétique à la reproduction et la modification du champ magnétique.
- b) Les pertes par magnétisation pour les courtes longueurs d'onde (haute fréquence) dépendant de la vitesse.

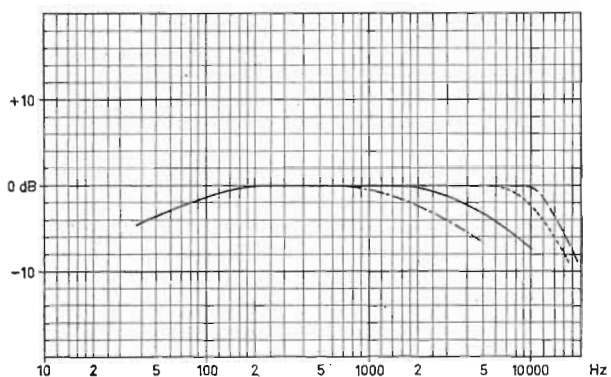
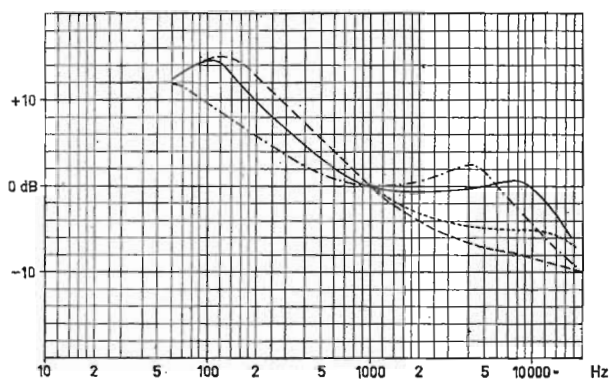
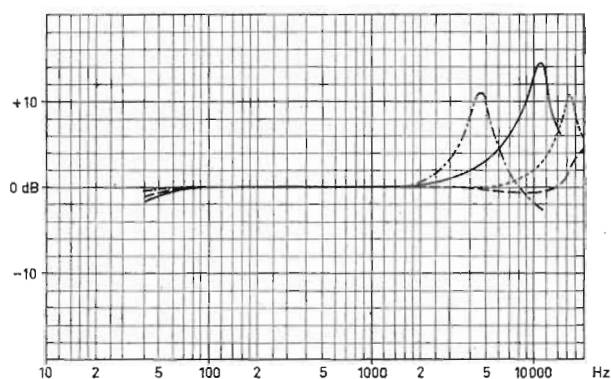


Fig. 26. Caractéristiques de fréquence d'un magnétophone 4 vitesses.

A gauche l'échelle graduée en décibels. Horizontalement, la graduation en fréquences. Le point absolu à partir duquel se développe le graphique se trouve à 1000 Hz. Les fréquences qui sont reproduites plus fortement par rapport à 1000 Hz se dessinent au-dessus de la ligne zéro. Les fréquences qui sont reproduites moins fortement se dessinent au-dessous de cette ligne.

En haut: la caractéristique d'enregistrement. Les crêtes dans les hautes fréquences sont dues à la préaccentuation.

Au milieu: la caractéristique de l'amplificateur de reproduction.

En bas: la caractéristique globale du magnétophone.

—	à vitesse 2,4	cm/s
—————	„ „	4,75 cm/s
- - - - -	„ „	9,5 cm/s
~~~~~	„ „	19 cm/s

Les amplificateurs d'enregistrement et de reproduction devront corriger en commun les écarts. Les pertes citées en *b)* seront combattues par une préaccentuation dans l'amplificateur d'enregistrement, c'est-à-dire par une amplification supplémentaire des hautes fréquences. Cela est facilement possible, car les aigus d'un signal musical contiennent très peu d'énergie et par conséquent n'entrent pas en conflit avec le rapport signal-souffle pour une forte amplification.

Le cause citée en *a)* est déjà parue dans le chapitre portant sur les phénomènes magnétiques et peut être expliqué comme suit:

Avec une courbe de fidélité d'enregistrement droite, la tension du signal lue par la tête sur la bande est directement proportionnelle à la fréquence reproduite, mais non à la fréquence enregistrée, c'est-à-dire que si la note est 2 fois plus aiguë, la tension qui est induite dans la tête sera également double. Vu qu'il est nécessaire que cette tension reste constante lorsque la hauteur du son augmente, l'amplificateur de reproduction comporte un dispositif correcteur.

Pour des raisons pratiques, les corrections sont utilisées comme suit sous la forme de filtres (réseau correcteur de fréquence) dans les petits magnétophones:

Lors de l'enregistrement de signaux de haute fréquence, il se produit par exemple une atténuation de 6 dB à 12 000 Hz. Pour neutraliser cette perte sur les aigus, un filtre est disposé dans l'amplificateur combiné d'enregistrement et reproduction, filtre qui donne une atténuation à 12 000 Hz plus élevée de 3 dB que pour les graves. Comme ce filtre est en circuit aussi bien à l'enregistrement qu'à la reproduction, la perte qui se produit est totalement compensée. Grâce à ce type de correction, il est possible par exemple de rendre presque droite jusqu'à 15 000 Hz la courbe de reproduction pour une vitesse de défilement de 9,5 cm/s et une largeur d'entrefer de 3 microns.

La mise en circuit d'un filtre électronique s'effectue sur un magnétophone en fonction de la vitesse, c'est-à-dire que le filtre est combiné avec le sélecteur de vitesse. Les filtres se composent de résistances, de condensateurs et de bobinages.

## **Amplificateurs et montages**

La construction compacte du magnétophone populaire a conduit à disposer l'amplificateur dans un espace assez réduit. Une qualité aussi élevée que possible doit pourtant être obtenue avec un nombre aussi faible que possible de composants. Les bureaux d'études ont à résoudre certains problèmes, comme surtout le fait que diverses sources de perturbation se trouvent au voisinage immédiat de la tête magnétique qui doit être très sensible. Par exemple, le moteur et le transformateur d'alimentation ont une tendance marquée à la production de parasites. Le plus faible ron-

flement dans la reproduction de la musique est cependant particulièrement désagréable, et l'on doit procéder de manière que cette sorte d'effet indésirable soit rendu impossible.

Dans les magnétophones professionnels, on fait usage d'un amplificateur séparé d'enregistrement se composant du préamplificateur et de l'oscillateur pour la prémagnétisation haute fréquence et l'effacement. Dans cet amplificateur d'enregistrement, sont montés les filtres correcteurs d'enregistrement, combinés avec régulateurs de volume et les commutateurs. L'amplificateur de reproduction, outre l'enregistrement du signal de la tête magnétique (signaux de quelques millivolts) assure la correction jusqu'à obtenir une courbe de fidélité globale droite, ainsi qu'une adaptation ultérieure du signal au haut-parleur. L'amplificateur de reproduction est pourvu d'un régulateur de volume et de réglages de tonalité pour l'amplification ou l'atténuation des graves et des aigus, en association avec les filtres de correction.

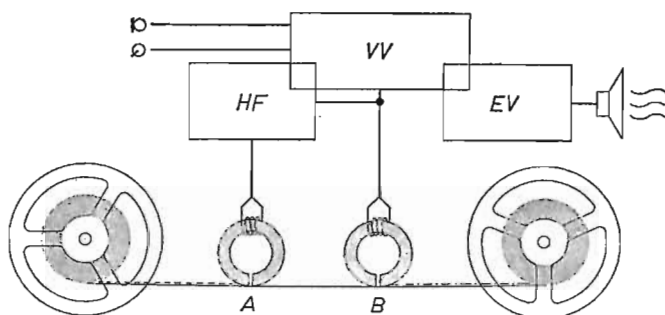


Fig. 27. Fonctions combinées dans un magnétophone.

*HF*: Un générateur haute fréquence fournit un courant d'effacement pour la tête d'effacement *A* et un courant de prémagnétisation pour la fonction d'enregistrement de la tête d'enregistrement-reproduction *B*.

*VV*: Un préamplificateur reçoit le signal d'un microphone ou d'un pick-up et l'amplifie avant qu'il n'atteigne *B* pour l'enregistrement. Il amplifie également le signal reproduit de *B* avant que ce signal aille à l'amplificateur final *EV*. Le signal est rendu suffisamment puissant dans *EV* pour que soit rendue possible sa reproduction par un haut-parleur.

Dans les magnétophones simples, on utilise un amplificateur combiné enregistrement/reproduction. Grâce à des contacts actionnés par des boutons et des touches, les éléments de l'amplificateur sont combinés de telle sorte que les mêmes tubes ou transistors sont utilisés pour diverses fonctions d'enregistrement et de reproduction, et que l'on ne doit donc disposer que d'un nombre aussi réduit que possible de ces pièces (voir fig. 27, 28, 29). Un avantage de ce système est que l'étage de puissance exigé pour la reproduction, sert aussi d'oscillateur pour le courant de prémagnétisation haute fréquence lors d'un enregistrement.

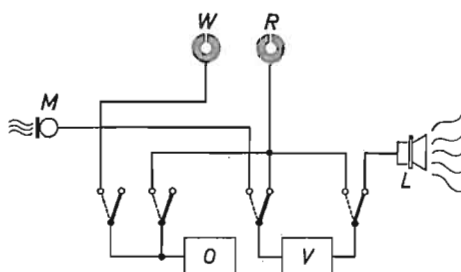


Fig. 28. Représentation schématique du circuit électronique dans un magnétophone simple.

Lorsque les commutateurs sont tournés vers la gauche, le microphone *M* est branché à l'entrée de l'amplificateur *V* et la tête d'enregistrement-reproduction *R* sur la sortie de cet amplificateur.

L'oscillateur *O* est alors connecté à la tête *R* pour la prémagnétisation haute fréquence et avec la tête d'effacement *W* pour le courant d'effacement.

Lorsque les commutateurs sont tournés vers la droite, le microphone et l'oscillateur sont mis hors circuit, la tête *R* est connectée à l'entrée de l'amplificateur tandis que le haut-parleur *L* est branché à la sortie de l'amplificateur.

Un indicateur de modulation est incorporé dans la plupart des magnétophones sous forme d'oeil magique à segment mobile, de «point d'exclamation magique» ou d'un indicateur à aiguille. On peut ainsi mesurer le courant qui va vers la tête d'enregistrement et, par un réglage correct du potentiomètre de volume, éviter, grâce à l'aide visuelle apportée par l'indicateur, que la bande ne soit magnétiquement surchargée. Il ne faut pas omettre de mentionner que dans les magnétophones modernes et surtout ceux fonctionnant sur piles, on utilise de plus en plus les transistors (semi-conducteurs) au lieu des tubes usuels. Cela est important pour une construction plus compacte, une meilleure longévité et fiabilité, les transistors n'ayant également pas besoin de préchauffage pour arriver à la température de service.

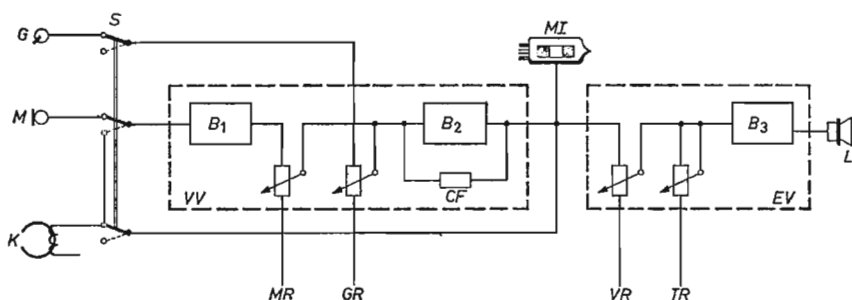


Fig. 29. Schéma synoptique d'un magnétophone.

La commutateur *S* a pour fonction de relier au choix des signaux du microphone et du pick-up à la grille du premier tube amplificateur.

A l'enregistrement, le commutateur *S* se trouve dans la position dessinée ci-dessus. Le pick-up *G* et le microphone *M* sont alors branchés au préamplificateur *VV* (entouré par une ligne tiretée). L'intensité des signaux peut être réglée plus ou moins fort par le potentiomètre de microphone *MR* et par le potentiomètre de pick-up *GR*. *CF* est le filtre de correction.

*EV* (entouré par une ligne tiretée) est l'amplificateur final qui est équipé des potentiomètres *VR* (volume) et *TR* (tonalité) et qui permet de reproduire le signal dans le haut-parleur *L*.

*MI* est l'indicateur du taux de modulation qui est connecté à la tête d'enregistrement *K*. *B*₁ est un tube spécial d'entrée. *B*₂ est un tube amplificateur. *B*₃ est un tube de puissance.

## 7. LE MECANISME

### Construction

Pour la construction d'un bon magnétophone, on part d'un mécanisme soigneusement équilibré. Une vitesse de défilement exactement constante est, pour presque tous les éléments, l'exigence qui détermine les autres qualités de l'appareil. Au cours des dernières années, on a constamment amélioré les méthodes de fabrication et l'on a réalisé beaucoup sur ce point par l'utilisation toujours plus habile des pièces mécaniques. Il y a une dizaine d'années, on pouvait à peine s'imaginer, même comme technicien, qu'il deviendrait possible de réaliser un magnétophone de bonne qualité sonore et de dimensions beaucoup plus petites qu'un type puissant d'appareil de radio. On croyait qu'il faudrait toujours utiliser quelques moteurs très puissants, avec leurs volants et leurs roulements à billes. Ajoutons les accouplements nécessaires et un robuste mécanisme de commutation, sans parler des amplificateurs incorporés, et des bobines de grand diamètre, nécessaires pour obtenir une durée de reproduction raisonnable et qui contribuaient aussi aux grandes dimensions des magnétophones. Pourtant les choses ont changé. En quelques années, ont surgi les techniques de longues durées, comme l'enregistrement sur piste double ou sur 4 pistes, ainsi que les bandes de longues durées et de double durée, plus minces et une fois et demie plus longues pour un même diamètre. Actuellement une bande de triple durée est également disponible.

Il s'est avéré possible, en utilisant un seul moteur, d'obtenir une reproduction sonore remarquable. Les transmissions et le mécanisme de commutation n'en sont pas moins restés compliqués, mais ont été ramenés à des constructions considérablement plus compactes.

Un bon mécanisme se compose toujours d'un puissant moteur qui garantit un déroulement régulier, ainsi qu'un bon équilibrage et une bonne portée de toutes les pièces tournantes. Dans le chapitre correspondant, il a été déjà mentionné que c'est surtout l'embobinage et le rebobinage rapide de la bande (des centaines de mètres de bande doivent pouvoir être transportées d'une bobine à l'autre en quelques minutes) qui posent de sévères exigences au mécanisme de défilement.

Le cabestan, généralement relié directement à l'arbre du moteur, ne doit accuser absolument aucun voile, car il assure directement l'entraînement de la bande.

On peut se faire une idée claire des fonctions du mécanisme de défilement par la «coupe» d'un magnétophone simple représenté sur la photo 7. Les accouplements pour les diverses fonctions sont assurés par des poulies et des courroies. Pour les 3 vitesses d'un magnétophone sont utilisés des dispositifs avec galet intermédiaire en caoutchouc et disque à épaulements ou un galet intermédiaire réglable et un axe conique (fig. 31).

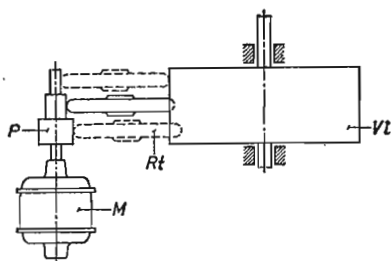


Fig. 30. Système d'entraînement de la bande pour trois vitesses de défilement. *P* = poulie à trois diamètres. *Rt* = galet intermédiaire en caoutchouc. *VI* = volant.

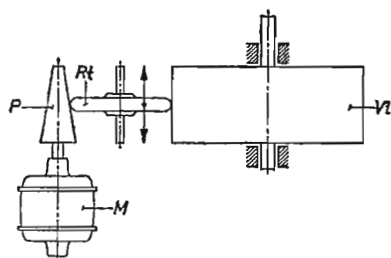


Fig. 31. Système d'entraînement de la bande à galet intermédiaire réglable et poulie conique. *P* = poulie conique. *Rt* = galet intermédiaire réglable. *VI* = volant.

Le volant assure la marche régulière du moteur et de plus compense les influences d'un éventuel enroulement irrégulier des bandes. Il est évident que cet enroulement irrégulier ne peut se produire avec une bonne construction. La vitesse des 2 axes de bobine est réglée au moyen de dispositifs à friction, de sorte que la bande est toujours bobinée tendue. Des dispositifs de freinage assurent l'arrêt immédiat des bobines pour qu'il ne puisse se former aucune boucle lors du bobinage et du rebobinage rapide.

Sur les petits magnétophones batterie et miniatures, on utilise un petit moteur fonctionnant sur courant continu (piles). Un régulateur centrifuge monté sur l'axe assure la constance de la vitesse, même pour une tension batterie décroissante.

### Variations de vitesse

Malgré toutes les précautions, il peut survenir dans un magnétophone des variations de vitesse dans le défilement de la bande le long des têtes, variations qui sont désignées par les mots de *pleurage* (pour les variations lentes) et *scintillements* (pour des variations rapides). En anglais, ces phénomènes s'appellent «wow» et «flutter», terme qui est utilisé également dans les studios des pays autres que ceux de langue anglaise. On connaît ces variations de vitesse dans tous les dispositifs d'enregistrement, par exemple dans les disques de phono dont la rotation n'est pas constante, et également lorsque par exemple le trou central n'est pas exactement au milieu.

Un bon magnétophone a tout au plus des variations de vitesse telles que même les personnes ayant une ouïe très sensible ne peuvent les percevoir. On peut assez rapidement constater l'apparition de pleurage pour des sons longtemps soutenus dans les graves. La musique de piano lente est la plus critique. Ici, une variation supérieure à 0,3 % est déjà perceptible. La limite est beaucoup plus élevée pour la parole. Le pleurage est provoqué par un dérèglement mécanique de certaines pièces d'un magnétophone, par exemple un arbre voilé ou un galet intermédiaire endommagé.

## 8. MICROPHONES

Le rôle des microphones est de transformer les vibrations sonores en tension ou en courant électrique. A cet effet, le microphone comporte une membrane qui est mise en vibrations par le son, et ces vibrations sont à nouveau transformées en tension ou courant électrique. On distingue, selon la façon dont cette transformation a lieu, entre: microphones à charbon, microphones cristal, microphones électrodynamiques, microphones à ruban et microphones condensateurs.

Les vibrations de la membrane, qui ne pèse parfois que 80 mg, sont très faibles. Lorsque nous parlons fort (intensité sonore de 74 phones), l'écart ou l'amplitude de la membrane est par exemple, pour une fréquence de 1000 Hz de 3 millimicrons (0,000 003 mm).

Lorsqu'on frappe une timbale dans une salle de concert (94 phones, 100 Hz), on peut produire une amplitude de 0,3 micron 100 fois plus grande que dans l'exemple précédent, mais pour un son faible et aigu (34 phones, 10 000 Hz) ce déplacement peut tomber à un millième (0,003 millimicron). Il est donc bien évident que le microphone doit être un instrument extrêmement fin et précis, qu'il doit de plus résister aux chocs et aux vibrations, à la chaleur et au froid, à l'humidité et à la sécheresse, en bref à un traitement auquel aucun autre instrument aussi fin ne pourrait être soumis en toute sécurité. Cela n'implique d'ailleurs pas que l'on puisse impunément laisser tomber des microphones coûteux ou les maltraiter inutilement d'une autre façon. Le microphone reste un instrument de précision.

L'inventeur du premier microphone utilisable fut l'anglais Hughes, qui construisit en 1878 un microphone à charbon.

Vers 1930, apparut le microphone électrodynamique, ainsi que le microphone condensateur, ce dernier étant surtout adopté pour les applications où de sévères exigences sont posées à la qualité de reproduction. Le microphone cristal était le type simple et de bas prix, qui cependant ne résiste pas à l'humidité et aux températures dépassant 50 °C et qui ne doit pas être placé longtemps en plein soleil ou près d'une lampe. Le microphone cristal n'est certes pas résistant aux conditions tropicales.

### Qualité

La qualité des microphones doit correspondre à celle du magnétophone, c'est-à-dire que les microphones ne doivent absolument pas être plus mauvais que ce que peut enregistrer l'appareil. La courbe de fidélité doit être aussi plate que possible, surtout pour la reproduction de la musique. Pour la parole, il faut en premier lieu une bonne compréhensibilité. Cela signifie que les graves peuvent être légèrement atténuées et les fréquences autour de 2000 Hz un peu amplifiées. On peut ici en tenir compte par

le choix d'un microphone spécial pour la parole, mais lorsqu'on utilise un microphone convenant pour toutes sortes d'applications, ce qui arrivera le plus souvent, il est également efficace lorsqu'on enregistre la parole, de couper légèrement les graves par le régulateur de tonalité.

Les microphones à charbon ont une caractéristique de fréquence qui présente une grande sensibilité dans les fréquences moyennes. Les fréquences basses et hautes (donc également les fondamentales qui sont si importantes pour le timbre) sont moins bien reproduites. Ils ne conviennent donc que pour la parole. Le microphone cristal présente en général une courbe de fidélité assez irrégulière, mais donne un signal puissant. Les microphones électrodynamiques sont pour l'amateur critique ce qu'il peut trouver de mieux. Ils ont une caractéristique presque plate sur toute la bande de fréquences.

### **Effet directionnel**

On désire parfois avoir un microphone pouvant capter le son provenant de toutes les directions. Il est appelé microphone omnidirectionnel ou sensible de tous côtés. Dans d'autres cas, l'on ne veut laisser parvenir au microphone que le son provenant d'une seule direction (pour un orateur), le son ambiant ne parvenant que dans des proportions beaucoup plus faibles. Il existe pour cela des microphones unidirectionnels ou sensibles d'un seul côté, appelés également microphones cardioïdes (d'après la forme de leur diagramme directionnel). Les microphones cardioïdes suppriment le son ambiant jusqu'à environ un tiers de l'intensité. En outre, il existe des microphones sensibles des deux côtés, qui captent principalement le son sur leurs faces avant et arrière, ainsi que d'autres variations. L'effet directif du son *direct* est important. Comme nous le verrons dans le chapitre sur l'acoustique, il régné également dans un local une certaine quantité de sons indirects sous forme de réflexions contre les parois. L'usage d'un microphone unidirectionnel pour interviewer l'hôtesse lors d'une soirée dansante n'implique donc pas que les bruits d'ambiance des gens qui parlent, des verres qui tintent et de la musique n'apparaissent pas comme fond sonore sur la bande. D'ailleurs, ce ne peut être qu'une circonstance favorable, car ce «fond d'ambiance» contribue beaucoup au caractère vivant de l'enregistrement. Il est cependant important que dans ce cas le microphone soit à même, grâce à sa sensibilité unidirectionnelle, de capter de façon la plus claire les paroles prononcées devant lui.

### **Divers types de microphones**

Voici enfin un tableau des divers types de microphones et le principe de leur construction:

### *a. Microphones à charbon*

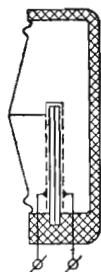
Ces microphones se composent d'une boîte remplie de granules de charbon, dans laquelle sont montées deux électrodes reliées à une batterie. Par suite des vibrations de la membrane, les granules de charbon sont plus ou moins fortement comprimés, ce qui crée une variation de résistance entre les électrodes, et ainsi des variations de courant dans le conducteur de batterie.

Ces microphones furent les premiers utilisés dans les studios de radio-diffusion. Ils sont très sensibles aux fréquences moyennes, et ont donc une courbe de fidélité qui convient moins pour la musique. Ils ont maintenant totalement disparu des studios, mais sont encore souvent utilisés pour la parole, notamment en téléphonie. Tous les appareils téléphoniques normaux ont un microphone à charbon. Ce dernier dépasse de loin par le nombre tous les autres types.

### *b. Microphones cristal (voir fig. 32)*

Ici, la membrane est fixée par une languette au cristal, généralement de sel de Rochelle, encastrée dans le boîtier du microphone, et qui subit de petites déformations par suite des vibrations transmises. Ces déformations provoquent des tensions électriques dans le cristal, tensions captées par les électrodes fixées à sa surface et reliées au câble de microphone. De tels microphones sont souvent utilisés pour la tension assez élevée qu'ils

Fig. 32. Schéma de principe d'un microphone cristal. Le cristal est accouplé à une membrane.



fournissent à l'amplificateur; on peut ainsi se contenter d'un amplificateur simple. Dans les studios de radiodiffusion, ils ne sont presque pas utilisés, car les câbles de microphone allant au pupitre mélangeur sont toujours assez longs, ce qui entraîne une perte de sensibilité.

### *c. Microphones électrodynamiques (voir fig. 33)*

Ici, une minuscule bobine est fixée à la membrane, et se déplace dans l'entrefer d'un aimant, donc dans un champ magnétique. Le déplacement de la bobine entraîne des tensions dans celle-ci. On parle également de

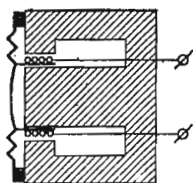


Fig. 33. Schéma de principe d'un microphone électrodynamique.

microphones à bobine mobile. Ce type de microphone a une courbe de fidélité plate des graves aux aigus et convient donc aussi bien pour la parole que pour la musique. Ce sont principalement ces microphones qui sont utilisés pour l'amplification de la parole et de la musique et pour les enregistrements sonores de haute qualité.

#### *d. Microphones à ruban*

Dans ces derniers, qui appartiennent en fait à la catégorie des microphones électrodynamiques, la membrane proprement dite est un ruban fin et étroit tendu entre les pôles d'un électro-aimant. La vibration du ruban fait à nouveau apparaître des tensions.

Ce type de microphone, comme le microphone normal électrodynamique, convient aussi bien pour la parole que pour la musique et est surtout utilisé dans les studios. En dehors de ces derniers, les microphones à ruban sont peu utilisés par suite de leur fragilité.

#### *e. Microphones électrostatiques*

Les microphones électrostatiques fonctionnent selon un autre principe que les types cités précédemment, le principe de la modification de capacité d'un condensateur. L'une des plaques du condensateur est constituée par une membrane électriquement conductrice, mince et fortement tendue, reliée généralement électriquement au boîtier du microphone. L'autre plaque est une électrode dite «arrière» (sous tension continue).

Si la membrane est mise en vibrations par le son, la capacité du condensateur (formé par la membrane et l'électrode arrière) varie. Comme la charge du condensateur pendant ces modifications ne peut varier avec elles, c'est la tension aux bornes du condensateur qui variera. Les microphones électrostatiques ont une excellente courbe de fidélité. C'est pourquoi ils sont très utilisés dans les studios, quoiqu'ils puissent être facilement endommagés et nécessitent un tube amplificateur incorporé et un bloc d'alimentation.

## 9. HAUT-PARLEURS

Si nous inversons le principe du microphone électrodynamique, nous trouvons celui du haut-parleur électrodynamique. Pour le premier, les vibrations de la membrane provoquent des déplacements de la bobine et par conséquent des tensions à ses bornes, tandis que pour les derniers les tensions appliquées à la bobine et provenant de l'amplificateur mettent celle-ci en mouvement. Pour coupler ces vibrations (mécaniques) à l'air de façon qu'elles se propagent mieux dans la pièce où nous écoutons, une membrane vibrante en papier est fixée à la bobine. En principe, un haut-parleur peut également fonctionner comme un microphone et inversement, ce qui se produit par exemple avec le microphone d'un appareil à dicter. Outre les haut-parleurs électrodynamiques, il en existe aussi d'électromagnétiques, électrostatiques ou à condensateur et même cristal, quoique ceux-ci soient moins courants que les premiers.

Dans le haut-parleur électrodynamique, la bobine mobile est suspendue librement dans l'entrefer annulaire d'un aimant. C'était auparavant un électro-aimant excité par un courant séparé, mais actuellement c'est un aimant permanent. Le développement des matériaux magnétiques modernes a rendu possible la fabrication d'aimants très puissants: les aimants gros et lourds utilisés auparavant ont cédé le pas à des aimants beaucoup plus petits. On peut citer un acier moderne à aimant, le «Ticonal», un nouveau matériau magnétique, le ferroxdure, ayant été également mis au point. Du fait de l'aimant permanent, on parle également de haut-parleurs dynamiques permanents.

La puissance d'un haut-parleur est exprimée en watts (W). Cela est la puissance maximale; il n'est pas nécessaire qu'un haut-parleur de 6 watts reçoive cette puissance et en fait il peut également absorber une puissance de 2,5 W, ce qui convient pour la salle de séjour. A l'inverse, il existe une limitation. Lorsqu'un haut-parleur de faible puissance est connecté à un amplificateur de grande puissance, il y a danger qu'il soit surchargé ou endommagé. En branchant les haut-parleurs, nous devons tenir compte de l'impédance. Celle-ci est déterminée dans le haut-parleur par l'épaisseur et le nombre de spires du fil de la bobine mobile. Les valeurs qui se présentent le plus couramment sont 3, 5, 10, 15, 20, 400 et 800 ohms. L'impédance doit être aussi bien adaptée que possible à celle de l'amplificateur. Une mauvaise adaptation entraîne la distorsion et une mauvaise reproduction des graves.

### Qualité

La qualité sonore d'un haut-parleur dépend de son diamètre, de la forme de la membrane et de l'intensité du champ de l'aimant. Ces facteurs déterminent en premier lieu la bonne ou moins bonne reproduction des graves et des aigus. Plus le diamètre de la membrane est grand et plus la

## 10. BRANCHEMENTS ET ACCESSOIRES

### Entrées et sorties d'un magnétophone

Sur un magnétophone, le branchement d'accessoires comme les microphones et haut-parleurs supplémentaires, a lieu aux prises dites entrées et sorties (en anglais: input et output). Il s'agit ici de connexion directe avec le préamplificateur et l'amplificateur de puissance. Les valeurs électriques des appareils à connecter doivent correspondre à celles des prises entrées et sorties (input et output).

### Sensibilité et impédance

Nous distinguons deux sortes de valeurs: la *sensibilité* et l'*impédance*. La sensibilité de l'entrée est mesurée en millivolts (mV) ou en volts (V). Lorsqu'une certaine valeur est donnée en mV pour une entrée, cette valeur est la tension qui doit être appliquée lorsque le potentiomètre de volume à l'entrée est ouvert, pour moduler la bande à 100 %. Une valeur normale est 1 mV. Pour la sortie, la valeur qui est importante est celle du signal maximal qu'elle peut fournir sans distorsion admissible (par exemple 0,5 à 5 V).

Les microphones donnent un signal d'un niveau plus bas qu'un pick-up. Le premier est de 3 mV en moyenne et le second de  $\pm 1000 \text{ mV} = 1 \text{ V}$  (en pratique, la sensibilité d'un microphone est mesurée en fixant la tension fournie pour une pression sonore déterminée. Celle-ci est donc exprimée en  $\text{mV}/\mu\text{bar}$ . L'entrée du microphone, où la tension fournie par le microphone est appliquée à la grille du premier tube amplificateur, doit donc être plus sensible que l'entrée de pick-up. Voir également le schéma à la fig. 29.

Cependant, cela n'est pas tout. Pour que la grille du tube amplificateur exploite au maximum la totalité de la tension de sortie du microphone, l'impédance d'entrée de l'amplificateur doit être au moins le triple de celle du microphone.

L'impédance est une sorte de résistance qui se produit dans tout circuit électrique parcouru par du courant alternatif. Un conducteur électrique a également une résistance interne, mais celle-ci n'est qu'une partie de l'impédance. Plus le courant varie à haute fréquence et plus l'impédance est grande.

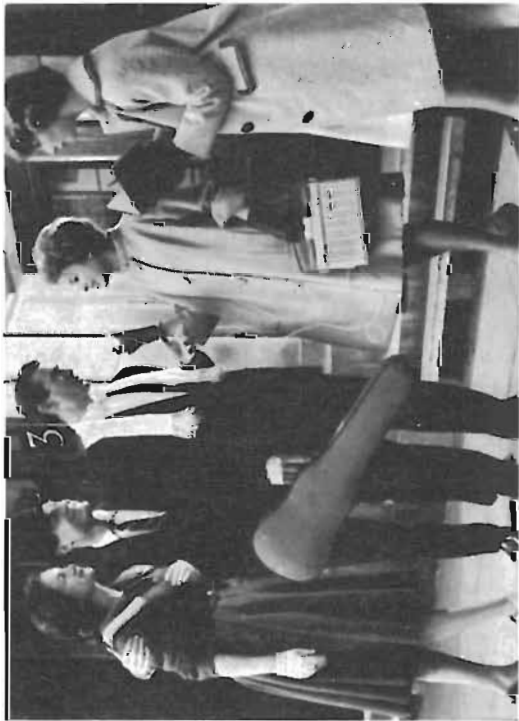
Tout appareil branché au magnétophone a sa propre impédance et il en est de même pour les câbles pour les entrées et pour les sorties. L'impédance est mesurée en *ohms* ( $\Omega$ ).

Les basses impédances sont inférieures à 600 ohms et les hautes dépassent 2000 ohms.



Photos 20, 21 et 22 Exemples d'utilisation du magnétophone à batterie

Photo 23



Magnétophone Philips entièrement transistorisé à batterie, admettant des bobines de 8 et 10 cm et ayant un temps de déroulement de 2 x 90 minutes. L'utilisation est très simple. L'alimentation comprend 6 éléments de piles ordinaires de 1,5 V, la durée de vie utile étant de 20 heures environ. Le microphone est rangé dans un logement latéral.





Photo 24

Le magnétophone à batterie enregistre les principaux événements sonores au cours d'un voyage, de la même façon que la caméra les filme en images.



Photo 25

Magnétophone Philips de luxe, stéréophonique à 4 pistes et 4 vitesses et enregistrements multiples. L'appareil est prévu pour les enregistrements et les reproductions stéréophoniques et permet un grand nombre de combinaisons et de mixages.

Un appareil de basse impédance peut fort bien être relié à une entrée à haute impédance, mais jamais inversement. Remarquons ici que l'appareil à basse impédance ne sera vraisemblablement pas à même de fournir à cette entrée haute impédance un signal suffisant, mais en tout cas cela ne peut faire de mal. Le mieux, lors de l'acquisition d'accessoires comme les microphones, les haut-parleurs et les amplificateurs supplémentaires, est de partir de valeurs qui sont indiquées sur les entrées et les sorties du magnétophone. La plupart des types de microphones ont une basse impédance et sont pourvus de transformateurs incorporés, pour pouvoir être branchés à l'entrée à haute impédance d'un magnétophone amplificateur avec tubes). L'amplificateur à transistors exige des microphones de basse impédance.

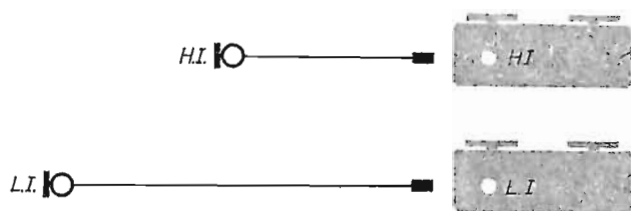


Fig. 34. Un microphone à haute impédance est branché à une entrée haute impédance (H.I.) de magnétophone.

*Le câble de microphone doit être court.*

Un microphone à basse impédance est branché à une entrée basse impédance (L.I.) de magnétophone.

*Le câble de microphone peut être long de plusieurs dizaines de mètres.*

En cas d'erreurs d'adaptation, il se produit une perte de sensibilité.

Les microphones cristal ont une impédance très élevée et un câble spécial à faible capacité. Les câbles microphoniques, qui sont livrés avec les magnétophones ayant une entrée à haute impédance, sont généralement de 3 mètres de long, au maximum, pour éviter les pertes (surtout dans les aiguës) et pour lutter contre le ronflement. Des câbles plus longs, d'une impédance propre de 600 ohms, provoquent une diminution de la tension fournie (environ 6 dB pour 15 mètres).

Si l'on veut pourtant utiliser des câbles plus longs, on doit employer des microphones de basse impédance (50 ou 200 ohms) en intercalant un transformateur placé devant le premier tube amplificateur du magnétophone. Aucun transformateur n'est nécessaire avec un amplificateur à transistors. Les câbles de microphones sont munis d'un blindage de fil de cuivre fin, mis à la masse. Ainsi sont évitées les inductions sur le conducteur, inductions qui donnent très vite naissance à des ronflements. Les sorties d'un magnétophone se composent généralement d'une prise pour haut-parleur supplémentaire ou pour ligne. Ici également se présentent

diverses impédances et il est donc important, en choisissant les haut-parleurs supplémentaires, que l'impédance de ces derniers corresponde à l'impédance indiquée sur la sortie du magnétophone.

### **Branchement à un appareil de radio**

La meilleure méthode pour brancher un magnétophone à un appareil de radio est la connexion directe avec la diode. Celle-ci est un tube de radio qui accomplit dans le récepteur une fonction déterminée avant que le signal parvienne à l'étage final de la partie amplificatrice. Il est recommandé, si l'on désire la meilleure qualité possible, de prélever sur la diode le signal qui est *destiné au magnétophone* (en cas d'enregistrement de programme de radio ou de musique de phono) ainsi que d'appliquer directement à la diode le signal *provenant du magnétophone* (et qui doit être reproduit dans le haut-parleur de l'appareil de radio).

Tous les radiorécepteurs ne sont pas pourvus d'une prise spéciale de diode sur la face arrière. A l'exception des appareils très simples et à pile, il est possible de faire poser une telle prise par le fournisseur, ou de se contenter de la qualité que l'on obtient par l'utilisation des prises de haut-parleur supplémentaire (signal pour l'enregistrement sur le magnétophone) et de pick-up (signal du magnétophone reproduit par le haut-parleur de l'appareil de radio). Par suite des nombreuses différences de sensibilité et du fait que les prises ne sont pas encore normalisées partout, il est conseillé dans tous les cas de se reporter pour cela au mode d'emploi du magnétophone et du récepteur. En cas de doute, demander conseil au fournisseur.

### **Convertisseurs**

On utilise des convertisseurs pour l'alimentation des magnétophones pour alternatif sur du courant continu. Ces appareils sont disponibles dans le commerce dans les types qui convertissent en tension alternative un courant continu de 6, 12, 24 ou 100 V. On peut les brancher sur la batterie de la voiture.

Cette méthode est beaucoup moins employée par les amateurs depuis que des enregistreurs à piles relativement bon marché se trouvent dans le commerce, et donnent une qualité sonore remarquable. Un tel magnétophone batterie est beaucoup plus intéressant par son prix et pour la suppression des ennuis qui accompagnent la marche sur batterie et convertisseur.

### **Chargeurs avec bande sans fin**

Dans les cas où la même bande doit être jouée de façon continue (par exemple dans les grands et petits magasins), on peut tirer utilement parti

de chargeurs à bande sans fin. Inutile alors de constamment rembobiner et remettre en place la bande. Dans ces chargeurs, le début et la fin de la bande sont reliés de façon particulière et forment une boucle. On peut, selon la vitesse, obtenir une longue reproduction et par exemple faire entendre des programmes de musique ininterrompus, des annonces publicitaires ou des communications.

### **Appareils de commande pour projecteur**

Bien mieux qu'un tourne-disque, la magnétophone se prête à la reproduction sonore pendant la projection de diapositives en couleur. Au moyen d'un appareil de commande de diapositives, il est même possible de commander *automatiquement* toute la projection. L'appareil de commande disponible pour cela est connecté de telle façon avec le magnétophone que la bande, avant de parvenir à la bobine d'enroulement, passe devant la tête de l'appareil. La hauteur en est réglable, de sorte que la boucle se déroule horizontalement. L'appareil peut être adapté à toutes sortes de magnétophones, de vitesses, et se combiner pratiquement avec tous les projecteurs automatiques courants pour diapositives. Un appareil de commande (ou Synchro-dia) enregistre sur l'une des pistes de la bande de courtes impulsions d'une seconde environ, nécessaires pour appliquer au projecteur automatique le signal «projection suivante». A la reproduction, ces impulsions sont amplifiées dans l'appareil de commande et actionnent alors un relais incorporé qui provoque une impulsion alternative dans le câble de commande du projecteur. Les impulsions sur la bande sont fixées auparavant sur l'une des pistes en actionnant une touche spéciale, de telle sorte qu'elles sont synchronisées avec la piste sur laquelle le programme sonore est enregistré. De cette façon, la musique et les commentaires se trouvent pour ainsi dire «au pas» avec le changement de projection.

Outre les très intéressantes possibilités qui sont ainsi offertes à l'amateur photographe, l'appareil de commande de diapositives présente une grande valeur ceux qui font régulièrement des conférences avec projection, pour les membres de l'enseignement, etc. Un programme peut alors être «minuté» avec précision et perfectionné à l'avance de toutes sortes de façons.

Citons comme possibilités supplémentaires le réglage automatique des effets lumineux et la commande automatique des dispositifs publicitaires, modèles réduits de trains, etc.

### **Préamplificateurs séparés**

De nombreuses autres possibilités sont créées pour les enregistrements, grâce à des préamplificateurs séparés. On peut par exemple, avec un magnétophone non stéréophonique à 4 pistes muni d'une sortie stéréo:

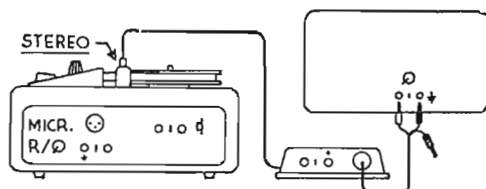


Fig. 35. Branchement d'un préamplificateur séparé pour la reproduction de bandes stéréo avec un magnétophone non entièrement stéréophonique.

- a. Reproduire en stéréo des bandes de musique (en utilisant un radio-récepteur comme second amplificateur final et second haut-parleur).
- b. Reproduire à la piste 3 ou 2 (et écouter avec un casque) et simultanément réaliser sur la piste 1 ou 4 un enregistrement synchrone.
- c. Reproduire ensemble deux parties de programme enregistrées de façon synchrone (sur les pistes 1 et 3 ou 4 et 2).

L'exécution de duos chantés avec soi-même, propre accompagnement à un instrument, la comparaison directe de son élocution pour les langues étrangères avec celle du professeur, la comparaison des exécutions instrumentales du professeur et de l'élève, ne sont que quelques exemples pratiques. Un tel préamplificateur permet également de copier facilement une piste sur une autre, et respectivement mélanger avec le son déjà présent sur une autre piste.

### Coffrets mélangeurs

Dans les cas où des enregistrements compliqués doivent être réalisés, on peut tirer grandement parti d'un mélangeur. Celui-ci offre par exemple la possibilité de mélanger les signaux de 4 différentes sources sonores à savoir: 2 microphones, l'appareil de radio et un tourne-disque. Il comporte pour cela des potentiomètres spéciaux de volume qui peuvent être réglés séparément pour chaque signal. Le régulateur de volume du magnétophone sur lequel tout l'enregistrement doit être finalement enregistré peut alors servir à régler le volume maximal de la totalité du signal sonore.

### Boîtes de jonction pour microphone

Ce sont des boîtes de jonction auxquelles peuvent être branchés plusieurs microphones (généralement deux). Le signal combiné est conduit à l'entrée micro du magnétophone.

## Casques

Ceux-ci peuvent être très intéressants pour l'écoute des enregistrements sans fonctionnement du haut-parleur. Un exemple est le contrôle de la qualité d'un enregistrement qui vient d'être fait, lorsque l'on est invité quelque part et que l'on ne veut pas faire d'éclat en rejouant bruyamment la bande.

Les casques sont également indispensables pour la réalisation de mélanges à l'enregistrement, comme cela a été exposé aux paragraphes «pré-amplificateurs» et «mélangeurs». Il existe actuellement des modèles très pratiques et légers de casques, du type stéthoscope.

## Commutateurs à pédale

Un commutateur à pédale peut être branché sur la plupart des magnétophones, et joue le même rôle que la touche d'arrêt, à savoir l'arrêt provisoire et la remise en marche de l'appareil. Son usage est surtout désirable pour les dictées destinées aux dactylos.

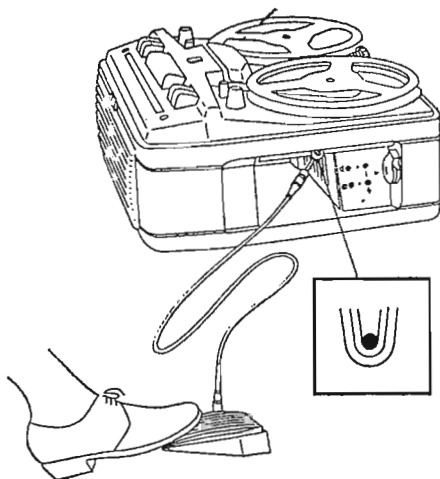


Fig. 36. Branchement d'un commutateur à pédale.

## Bobines téléphoniques

Ce sont de petits instruments simples qui sont fixés par une ventouse à un appareil téléphonique et qui, branchés sur le magnétophone, peuvent enregistrer une conversation téléphonique. Une telle bobine est en fait une bobine d'induction influencée par le champ magnétique secondaire existant autour d'un téléphone.

## 11. ENTRETIEN ET PANNES

Un bon magnétophone utilisé normalement fonctionnera sans ennui pendant longtemps. L'utilisateur pourra dans la plupart des cas se fier à son fournisseur ou à une station service du fabricant pour un entretien annuel et les ennuis pouvant éventuellement se produire. Cependant, à la fin de ce chapitre sur la technique du magnétophone, seront donnés quelques renseignements sur l'entretien et les pannes.

### Entretien des têtes, du cabestan, du feutre presseur et de la bande

Après un certain temps, surtout en cas d'usage intensif, des particules de poussière s'accumuleront progressivement sur les têtes et sur le cabestan, ce qui nuira surtout à la reproduction des aiguës. Cette poussière peut être enlevée simplement en libérant les têtes, puis en les nettoyant avec un morceau de tissu trempé dans l'alcool et enroulé autour d'un bâtonnet. Cela doit s'exécuter avec précaution et les têtes ne doivent pas entrer en contact avec des objets aigus ou métalliques, ce qui pourrait les endommager ou exercer sur les têtes des influences magnétiques indésirables.

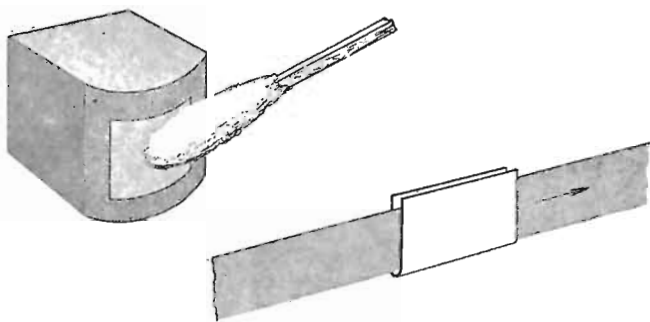


Fig. 37. Nettoyage de la tête et de la bande.

Le cabestan peut également être nettoyé de cette façon. Le cas échéant, la poussière des diverses pièces peut être enlevée avec un petit pinceau doux (sans poils métalliques). Des restes d'oxyde de fer seront souvent présents sur le feutre presseur et près de celui-ci, surtout lorsque de mauvaises bandes sont utilisées. Le feutre peut également être nettoyé à l'alcool. Lorsqu'il est usé ou a une surface trop lisse, il est facile de le remplacer par un neuf.

Les bandes qui ont amassé, pour une raison ou une autre, beaucoup de poussière ou de saletés, peuvent être nettoyées en les faisant défiler pendant un embobinage rapide entre du papier filtre ou un morceau de peau de chamois imbibé d'alcool.

La poussière est généralement l'ennemie de tous les magnétophones. C'est pourquoi il est recommandé de ne jamais laisser l'appareil pendant longtemps sans couvercle.

### Défauts de fonctionnement

Avant d'examiner ci-dessous les pannes possibles de l'appareillage, il nous faut indiquer, de même qu'en photographie, un grand nombre de réclamations faites au fournisseur sont en fait redevables à des erreurs de manoeuvres. En cas de mauvais enregistrements, la première chose à faire est de vérifier si un branchement n'a pas été mal fait, si la bande n'a pas été placée du mauvais côté, si elle est de bonne qualité, si le magnétophone était bien manoeuvré, ou si l'acoustique ne pouvait avoir joué peut-être un rôle perturbateur, etc.

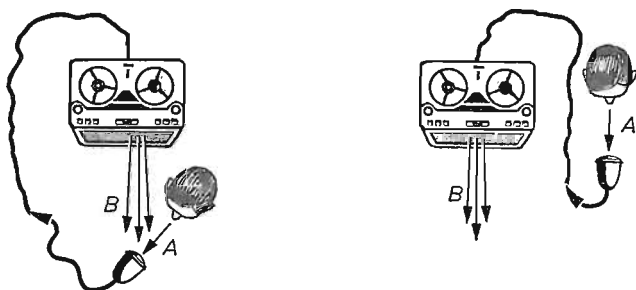


Fig. 38. Accrochage acoustique.

Par suite d'une disposition incorrecte, le microphone reçoit non seulement le son que l'on veut enregistrer (A) mais aussi le son provenant du haut-parleur (B). Ce dernier est à nouveau amplifié, etc.... et il produit un sifflement gênant. Une meilleure disposition est représentée dans la seconde figure. Le microphone ne peut recevoir directement le son du haut-parleur.

Les causes possibles de variations de vitesse comme le pleurage et les scintillements, comme un certain nombre d'autres défauts mécaniques, ont déjà été mentionnées en passant dans les chapitres précédents. Comme pannes magnétiques et électriques possibles, ont été successivement citées: têtes magnétiques déréglées; mauvais contact de la tête et de la bande, influence de la poussière et de la saleté; bandes fripées, étirées ou bouclées; influence de la température et de l'humidité, effets de copie; surmodulation, distorsion linéaire, flottement, distorsion de transmodulation, souffle et ronflement, perte de sensibilité par suite de mauvaise adaptation.

Un ennui fréquent, de nature électronique, dont il n'a pas été question jusqu'à maintenant, sera expliqué brièvement: l'effet dit *effet Larsen*. Il se manifeste par un sifflement perçant et est provoqué par le son d'un haut-

parleur qui influence le microphone de son propre circuit. Ce son est à nouveau amplifié et reproduit par les haut-parleurs, et ainsi de suite. On doit donc, à l'enregistrement, couper le haut-parleur incorporé dans le magnétophone (si cela ne s'effectue automatiquement), ou veiller à ce que le son du haut-parleur ne puisse atteindre le microphone. En utilisant le magnétophone comme amplificateur (sonorisation), le phénomène décrit peut également se produire, et c'est pourquoi l'on s'assurera que le microphone reste en dehors de la zone d'action du haut-parleur, ou que le volume n'est pas trop poussé. L'effet Larsen est donc une erreur de manœuvre et non une panne!

---

On a essayé ci-dessous de classer dans un tableau les pannes les plus fréquentes, de telle sorte qu'on puisse facilement les reconnaître.

### **PANNES DE L'APPAREILLAGE ET DEFAUTS DE LA BANDE**

<i>Pleurage</i>	Bobines gauchies, force d'entraînement insuffisante du moteur, patinage des accouplements, pression incorrecte du feutre presseur, paliers secs, axe d'entraînement gauchi ou encrassé, ou galet presseur abîmé. La bande ne se déroule pas correctement le long des galets presseurs, des têtes et des guides.
<i>Son brouillé</i>	Par suite d'erreur de manœuvre, la tête peut mal fonctionner, notamment si elle est encrassée (voir <i>Entretien</i> ).
<i>Nombreuses ruptures de bandes</i>	Accouplements à friction dérégles; freinage trop brutal.
<i>La bande forme une boucle</i>	Mécanisme dérégulé (par exemple freinage trop faible des accouplements à friction).
<i>Rembobinage irrégulier de la bande</i>	Défauts du mécanisme d'entraînement ou de guidage de la bande.
<i>Reproduction faible</i>	Si l'enregistrement s'est effectué avec le volume correct, le feutre presseur est peut être encrassé ou usé; dans les cas plus graves, la tête magnétique ou le cabestan peuvent être encrassés.

*Bruissement à l'arrêt  
de la bande*

Freins réglés trop fort.

*Bruissement ou pé-  
piement constants  
sur la bande*

Si la bande utilisée est bonne, le feutre presseur est encrassé ou durci (voir *Entretien*).

«Effet de bégaiement»

Par suite de l'emploi d'une mauvaise bande (pas assez souple), celle-ci défile sans souplesse le long des têtes et il se produit des interruptions dans la modulation. Cela est surtout critique sur les magnétophones à 4 pistes, qui doivent utiliser des bandes minces.

Mauvaises bandes utilisées avec des irrégularités dans la couche magnétique; mauvais guidage de la bande.

Saletés sur les têtes, le guidage de la bande ou la bande.

*La bande est insuf-  
fisamment effacée*

Tête d'affacement encrassée ou usée (voir *Entretien*); tension secteur trop basse ou mauvais guidage de la bande le long de la tête; l'ancien enregistrement était peut-être fortement surmodulé; défaut du circuit magnétique.

*Son «trouble»*

Têtes encrassées; entrefer dérégulé; microphone endommagé; distorsion électronique.

*Son «rauque»*

Outre la possibilité de surmodulation, un tube peut être défectueux et provoquer de la distorsion.

*Fort niveau de souffle*

Si des bonnes bandes sont utilisées, un tube est peut-être défectueux ou bien il y a une panne de la partie électronique; la tête peut être démagnétisée.

*Effet de copie*

Mauvaise bande; modulation trop forte; la bande est soumise à des températures trop élevées ou à des champs magnétiques perturbateurs.

*Reproduction insuf-  
fisante de la gamme  
de fréquence indiquée*

Mauvaises résistances, mauvais condensateurs, etc. dans la partie électronique.

<i>Peu d'aiguës</i>	La bande ne défile pas exactement contre les têtes, ou n'est pas bien appuyée contre elles; entrefer déréglé.
<i>Le son est un peu trop aigu</i>	Tension de secteur trop basse à l'enregistrement (des chutes de tension dans le secteur se produisent souvent le soir dans les grandes villes). Tension trop élevée à la reproduction.
<i>Le son est un peu trop grave</i>	Tension trop élevée à l'enregistrement ou tension trop basse à la reproduction.
<i>Ronflement</i>	Défauts dans l'amplificateur ou le câble de microphone (essayer en enregistrant et en reproduisant en l'absence de signal); mauvais contact de la fiche de microphone; mauvais blindage des conducteurs ou conducteurs trop longs (voir chapitre <i>Branchement</i> ); mauvaise adaptation; voir également le tableau «Défauts d'utilisation», p. 109; microphone placé trop près du magnétophone.

### **Lire toujours soigneusement le mode d'emploi de l'appareil**

Conserver autant que possible votre magnétophone en parfait état de propreté et faites exécuter les réparations par le fournisseur ou la station service. N'essayer jamais de faire des réparations sans avoir de suffisantes connaissances techniques!

## CHAPITRE IV

# ACOUSTIQUE

Pour la réalisation d'un bon enregistrement, il est utile d'en savoir davantage sur l'acoustique, c'est-à-dire la théorie du comportement du son. En particulier, cela est valable pour les espaces clos, où ont pratiquement lieu la plupart des enregistrements sonores.

Il est un fait que l'on n'enregistre à l'air libre que le son qui provient *directement* de la source. Le reste disparaît dans toutes les directions. Par contre, dans une salle ou un autre espace clos, nous avons affaire à 2 types de son; le son direct provenant de la source et le son indirect provoqué par les réflexions des parois.

Ici, nous nous heurtons à quelques phénomènes qui ont une grande influence sur le concept si compliqué de «qualité sonore». Si la qualité d'un magnétophone (par exemple de l'amplificateur), du microphone utilisé et du haut-parleur peut être parfaitement adaptée à la réalité de l'enregistrement et de la reproduction, l'acoustique de l'emplacement où cela a lieu est par contre un facteur variable. Cela ne signifie heureusement pas que l'on doit être un ingénieur du son accompli pour réaliser un bon enregistrement. Avec une certaine compréhension des choses qui jouent un rôle en acoustique, tout amateur peut faire d'excellents enregistrements et il arrive bien souvent que des bandes réalisées par des amateurs ont trouvé la route des studios de radio ou des matrices de disques de phonos.

### Réverbération

L'américain Sabine découvrit en 1890 que la *période de réverbération* du son est extrêmement importante pour la compréhensibilité. Selon ses découvertes, le volume et la qualité du son à la source n'étaient pas seuls déterminants pour la compréhensibilité pour l'auditeur éloigné; le temps qui s'écoule entre la production du son et son extinction exerce une grande influence sur la compréhensibilité. Le comportement du son direct et indirect, la forme et le contenu de l'emplacement et la nature des environs, c'est-à-dire la présence de tissus absorbants comme des rideaux, les matériaux de construction utilisés, etc., sont déterminants pour le temps de réverbération.

De même que le son direct joue un rôle dans l'écoute stéréophonique ou directionnelle (l'homme peut déterminer la direction de la source sonore en écoutant de ses deux oreilles), ainsi le son indirect est important pour la «vie» du son. Comme le son se répercute plusieurs fois contre les parois, il se produit une réverbération qui a une certaine diffusion et une

certaine période. Surtout au cours des dernières années, on s'est rendu compte de l'importance de l'action de cette réverbération sur la qualité de la reproduction sonore. Dans les grands théâtres, les salles de concert et les studios, toujours davantage de mesures sont prises pour régler la réverbération par voie électroacoustique, afin d'obtenir la meilleure qualité pour tous les types de musique et de parole pouvant se produire.

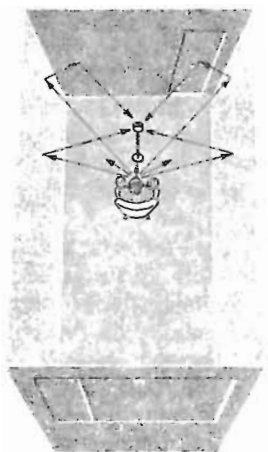


Fig. 39. Lors des enregistrements à l'intérieur, le microphone, est influencé, outre le son direct de l'orateur, par les réflexions sonores des murs, du sol et du plafond. Les dimensions et tapisseries de la pièce jouent un rôle important pour ce qui est du temps de réverbération.

Nous devons cependant nous limiter ici aux principes qui peuvent offrir un intérêt pour l'enregistrement et la reproduction dans les lieux de tous les jours, comme la salle de séjour.

A mesure que l'auditeur (ou le microphone) s'éloigne de la source sonore dans la salle de séjour, le son direct s'affaiblit, comme c'est le cas à l'air libre. Par contre, le son indirect qui est répercuté à tous les endroits possibles comme le mur, est partout d'intensité égale. Parfois cependant le son indirect s'évanouit, car les murs non seulement réverbèrent, mais également absorbent une partie du son. Plus les murs ou les rideaux absorbent et plus vite le son s'évanouit, et plus court est le temps de réverbération.

### Acoustique de la parole

C'est aux différences entre le son direct et le son indirect que doit être attribuée une différence caractéristique entre les lieux qui ont une bonne acoustique pour la parole et ceux qui ont une bonne acoustique pour la musique.

Pour l'enregistrement et la reproduction de la parole, un emplacement présentant une longue période de réverbération chambre acoustiquement «dure» (où il y a peu d'absorption) est en général très gênant. La compré-

hensibilité est fâcheusement influencée. Une certaine syllabe de la parole qui arrive à l'auditeur ou au microphone sous forme de son direct est gênée par la syllabe précédente qui est encore présente dans le local sous forme de son indirect. Par suite de cette «réverbération permanente», les syllabes se chevauchent donc et la parole peut être difficilement comprise. Cela se produit lorsque le son indirect légèrement plus faible que le son direct arrive à l'oreille avec un retard dépassant un vingtième de seconde après le son direct.

C'est pourquoi la période de réverbération à la reproduction doit être assez courte pour une bonne compréhensibilité de la parole, soit environ 0,8 s. Généralement, aucune période de réverbération n'est nécessaire pour l'enregistrement de la parole.

### **Acoustique de la musique**

Si un orchestre joue dans un local ayant une très courte période de réverbération, la musique manque quelque peu de brillant. Elle est sèche. La période de réverbération contribue de façon essentielle à la qualité musicale. Aussi, une bonne salle de musique a une période de réverbération d'environ 1,5 à 2,5 s. Pour la musique d'orgue, une période encore plus longue est même désirable.

### **Equipements des studios**

Une bonne compréhensibilité de la parole et une bonne acoustique de la musique dans un seul et même local sont donc deux exigences contradictoires. La meilleure façon d'illustrer cela est l'exemple d'une grande église où l'orgue résonne fort bien, mais où les paroles du prédicateur, par suite de la forte réverbération, sont incompréhensibles sans installation de sonorisation. Dans les studios, les exigences les plus diverses doivent pouvoir être satisfaites, car différents types de programmes sont constamment enregistrés ou émis. On dispose par exemple dans les parois des panneaux rotatifs, dont un côté absorbe peu le son tandis que l'autre absorbe beaucoup. Outre ces panneaux, on fait un grand usage dans les studios de matériaux poreux, de stuc et de carreaux d'isolation, ces derniers perforés ou non.

Pour l'absorption des basses fréquences, on utilise ordinairement des plaques minces et dures comme du triplex et du contreplaqué, avec un certain espace derrière (anneaux résonnants). L'amortissement des fréquences moyennes est obtenu notamment par des carreaux d'isolation et des panneaux de fibres, éventuellement perforés. Les aiguës sont amorties par des matériaux fortement absorbants comme la laine de verre, la laine de pierre et le feutre; en général avec des matériaux fibreux. Les rideaux (surtout à quelque distance du mur) et d'autres types de textiles sont aussi

qu'une attaque claire est indispensable pour fixer exactement la direction d'un son.

Le plus facile est d'établir la direction des sons présentant de nombreux phénomènes dits transitoires (instruments de percussion, pizzicati, parole). Le plus difficile est de déterminer la direction de sons purs surtout graves (ronflement de transformateur, etc.).

On peut également décrire la reproduction sonore stéréophonique comme étant *la reproduction du son effectuée de telle manière que l'on entende les diverses sources sonores, par exemple divers orateurs ou instruments de musique, séparées spatialement*. Si une source sonore unique ne se trouve pas exactement dans l'axe de la tête de l'auditeur, les deux oreilles ne recevront pas le même son. Les vibrations sonores qui se propagent à la vitesse connue de 340 mètres par seconde, parviennent à une oreille un peu plus tôt qu'à l'autre. La différence n'atteint pas le millième de seconde, mais apparaît suffisante pour en tirer des conclusions sur la direction d'où provient le son (fig. 40).

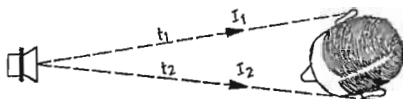


Fig. 40. L'audition directionnelle. L'oreille droite reçoit le son au moment  $t_1$  et avec une intensité  $I_1$ , l'oreille gauche au moment  $t_2$  et avec une intensité  $I_2$ .  $t_1$  est plus faible que  $t_2$  et  $I_1$  plus grand que  $I_2$ .

Outre la différence de temps entre les excitations, il existe également entre l'oreille droite et l'oreille gauche une différence d'intensité sonore. Le son doit notamment faire le tour de la tête pour atteindre les oreilles et, par suite de la différence de distance à l'objet, il est perçu dans une oreille plus faiblement que dans l'autre. Si nous sommes assis dans une salle de concert, les yeux fermés, nous pouvons parfaitement indiquer où se trouvent les divers instruments. Pourtant, dès que le même concert est écouté par un haut-parleur d'un appareil de radio normal, ce sens de la direction disparaît. Quelle que soit l'excellence de la reproduction, il nous manque un peu du naturel qui caractérise la perception directe. La transparence du son est perdue.

Ainsi que nous l'avons déjà dit dans notre exposé sur l'acoustique, l'écoute d'un événement déterminé auquel on assiste est rendu brusquement beaucoup plus difficile si l'on obture une seule oreille. Par exemple, on ne peut plus suivre une discussion entre plusieurs personnes, car il est impossible de faire la distinction entre les orateurs. Pour la musique, il arrive en particulier que tous autres bruits gênants que l'on n'avait à l'origine pas remarqués, sont rendus clairement audibles.

### Séparation spatiale des canaux sonores

Dans les laboratoires d'acoustique de la Sté Philips aux Pays-Bas, d'importantes expériences sur la stéréophonie ont été faites par le Dr de



Photo 26

Enregistrement de la voix d'un enfant pour prendre place dans l'album sonore de famille.

Photos 27 et 28

A gauche, écoute d'une émission culinaire de radio, reproduite par un modèle vertical; à droite, le même magnétophone permet d'étudier un rôle théâtral.





Photos 29, 30 et 31

Quelle que soit l'occasion,  
une fête familiale (en  
haut), une soirée dansante  
(au centre) ou une jam-  
session (en bas), le magné-  
tophone est indispensable.

Boer, déjà avant 1940. Cela faisait suite aux observations de Fletcher (1933), qui disposa un grand nombre de microphones sur un rideau, pendu devant l'orchestre aux endroits correspondants aux microphones et relié directement avec ces derniers. Le son était ainsi transmis réellement aux auditeurs placés derrière le rideau de façon plus spatiale. Enfin, il apparut également possible d'obtenir un effet stéréophonique à l'aide de trois canaux séparés seulement. Le système Philips partait de la transmission sonore stéréophonique par deux canaux seulement et la construction de la tête humaine était prise comme base pour la disposition du microphone. Une «tête artificielle» fut construite, et équipée d'un microphone de chaque côté à la place des oreilles. Si l'on appliquait à travers des amplificateurs à deux écouteurs séparés les signaux électriques fournis par les microphones, la personne qui écoutait par ses deux oreilles avec ces écouteurs avait l'impression qu'elle se trouvait à l'emplacement de la tête artificielle. Elle pouvait également déterminer facilement la direction du son perçu (fig. 41).

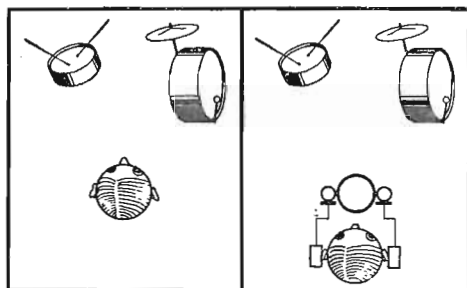


Fig. 41. En cas de transmission du signal à l'aide d'une tête artificielle et d'un casque, l'impression directionnelle est conservée.

Si les écouteurs étaient alors remplacés par des haut-parleurs (avec montage intermédiaire de deux amplificateurs séparés), le même effet pouvait être obtenu en dirigeant ceux-ci de sorte que les faisceaux sonores se croisent et que l'auditeur puisse prendre place derrière le point d'intersection des deux faisceaux (fig. 42 et 43).

Spécialement l'enregistrement sonore magnétique a rendu possible ces expériences sur une grande échelle. Avec des magnétophones, il était possible très simplement de fixer côte à côte sur la bande deux pistes sonores (l'une pour le canal de gauche et l'autre pour le canal de droite). La tête devait simplement être double, quoique avec des pistes plus étroites. Un préamplificateur séparé et un amplificateur de puissance, ainsi qu'un second haut-parleur, complétaient le premier magnétophone stéréophonique.

La tête artificielle fut à la longue remplacée par une combinaison de deux microphones directionnels, qui par la suite furent montés ensemble dans un seul boîtier. Il est apparu que ces microphones, dirigés selon un

angle de  $90^\circ$ , pouvaient enregistrer une image sonore stéréophonique satisfaisante.

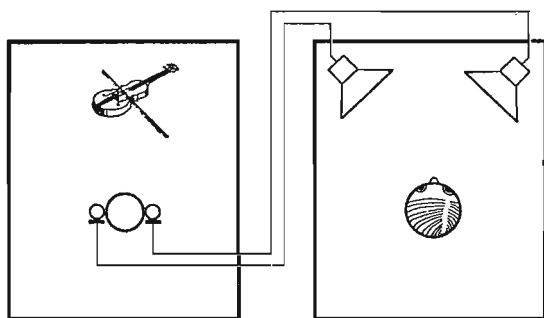


Fig. 42. Stéréophonie à l'aide d'une tête artificielle et de haut-parleurs dispersés.

### Applications de la stéréophonie

Auprès du public, la stéréophonie se fit davantage connaître quand différentes stations de radiodiffusion procédèrent à des émissions expérimentales stéréophoniques. Ainsi, le canal de gauche et le canal de droite furent transmis sur des émetteurs et des longueurs d'onde séparés. Les auditeurs qui s'étaient procurés dans ce but deux radiorécepteurs accordèrent le premier sur la longueur d'onde «de gauche» et l'autre sur la longueur d'onde «de droite». Les résultats furent trouvés surprenants. L'audition directionnelle fit clairement apparaître le sens spatial dans la reproduction sonore. Quoique l'on ait jusqu'à présent pu parvenir à des émissions stéréophoniques régulières des programmes de radio, la reproduction spatiale fit déjà son apparition au cinéma. Les canaux sonores séparés sont fixés dans la

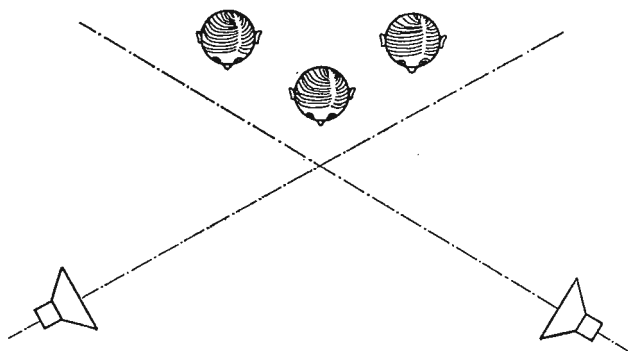


Fig. 43. Installation correcte des haut-parleurs pour une reproduction stéréophonique. Pour l'écoute, on prend place derrière le point d'intersection des axes de haut-parleurs.

technique cinématographique sur le film (à côté de l'image) et peuvent être reproduits par des haut-parleurs dispersés derrière l'écran. Pour accentuer l'effet, on utilise sur le film 4 ou 6 pistes sonores séparées et groupes de haut-parleurs, dont l'un peut même faire provenir le son des côtes et de l'arrière de la salle. Outre qu'ainsi des pièces de théâtre impressionnantes peuvent être accompagnées de ce son, il y a eu dans les cinémas au cours des dernières années une amélioration considérable de la qualité sonore. Les pistes sonores sont notamment enregistrées magnétiquement et copiées sur la bande, avec les nouveaux systèmes.

Il y a quelques années, sont apparus en outre sur le marché les premiers disques et tourne-disques stéréophoniques. Les pistes de gauche et de droite sont reproduites sur le disque par la modulation des deux parois du sillon sous des angles de  $45^\circ$ .

Actuellement, le magnétophone stéréophonique, dont la construction a été possible grâce à la technique de pistes sonores multiples sur une seule bande, est en progrès. Nous verrons ci-dessous de quelle façon la possibilité de stéréo est pour ainsi dire intégrée dans cette technique.

### Enregistrements et reproductions stéréophoniques

Avec une bonne disposition des microphones, l'auditeur entend pendant la reproduction les instruments de musique dispersés entre les deux haut-parleurs, avec la même disposition qu'ils avaient devant les microphones. La reproduction est ainsi beaucoup plus naturelle et n'est aussi plate que pour une reproduction simple (dite *monaurale* ou monophonique). Une audition stéréophonique a beaucoup plus de vie et de brillant. On perçoit également nettement l'amélioration des qualités si les haut-parleurs ne sont pas exactement dirigés. Cela augmente la possibilité d'application de la stéréo, car il n'est pas toujours possible d'écouter un enregistrement à l'emplacement le plus favorable, derrière le point d'intersection des faisceaux sonores.



Fig. 44. Dans la reproduction stéréophonique, les haut-parleurs doivent être branchés avec la polarité correcte pour éviter les déphasages.

Il nous faut également faire mention ici de ce que l'on appelle la pseudo-stéréophonie. Elle est produite lorsque 2 haut-parleurs montés en parallèle reproduisent en fait un seul canal, à savoir la somme du canal de

gauche et de celui de droite. On a ainsi une sorte d'impression spatiale, car la reproduction paraît toujours «plus pleine» à partir de 2 haut-parleurs écartés qu'avec un seul. Cela n'a cependant que peu de rapport avec la stéréophonie.

Dans la reproduction stéréophonique, il est également important que les haut-parleurs soient reliés selon la polarité exacte (en phase) (voir fig. 44). S'ils sont mal branchés, le sens directionnel s'estompe et de plus la reproduction devient désagréable. L'inversion de l'un des haut-parleurs suffit pour supprimer le défaut. Un phénomène semblable peut se produire avec les microphones, mais l'amateur qui utilise un microphone stéréo intégré (deux microphones dans un seul boîtier) n'a pas de difficulté à atteindre ce phénomène.

Avec un magnétophone entièrement stéréophonique, l'amplificateur de reproduction et celui d'enregistrement sont doubles. Les régulateurs de volume de microphones sont généralement combinés et réglés par un seul bouton excluant toute différence indésirable d'intensité à l'enregistrement. Un réglage d'équilibrage rend possible le déplacement de l'image sonore entre les haut-parleurs vers la droite ou vers la gauche, selon le besoin.

Outre les magnétophones entièrement stéréophoniques, il existe également dans le commerce des magnétophones qui ne sont prévus que pour la reproduction stéréo. Pour des raisons économiques (prix plus bas), il manque ici le second amplificateur de puissance et parfois le second pré-amplificateur, quoique le branchement d'un second canal de reproduction soit possible. Cela implique que la tête d'enregistrement et de reproduction est double (généralement pour 4 pistes) et que le signal de la deuxième piste est branché sur la tête par une douille à fiche. On peut alors, au moyen d'un second amplificateur et haut-parleur séparé, par exemple d'un appareil de radio, écouter les bandes stéréophoniques enregistrées déjà disponibles dans de nombreux pays.

### Dispositions des haut-parleurs

Pour obtenir un effet stéréophonique naturel, on doit à la reproduction disposer à bonne distance l'un de l'autre le haut-parleur de gauche et celui de droite. On prendra comme principe une distance de 2,50 m.

Dans la fig. 45 sont dessinées trois possibilités d'installation de haut-parleurs, facilement exécutables en pratique et pouvant toutes donner une impression stéréophonique satisfaisante.

Dans la situation 1, les deux haut-parleurs rayonnent perpendiculairement vers l'avant. Pour éviter les réflexions gênantes tout près des haut-parleurs, quelques morceaux de matériau d'isolation sont placés contre les murs (fibre ou rideau).

Dans la situation 2, les haut-parleurs sont disposés obliquement. La distance  $a$  entre le point d'intersection imaginaire des axes de rayonnement et la position idéale des auditeurs est de 1 à 1,50 m.

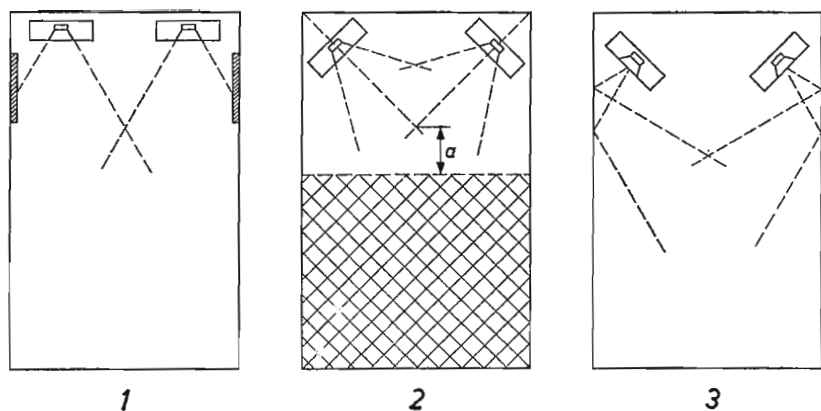


Fig. 45. Dispositions des haut-parleurs pour reproduction stéréophonique dans la salle de séjour.

Dans la situation 3, on tient compte de locaux plus petits. Les murs reflètent principalement le son et doivent donc être acoustiquement «durs», ou être recouverts de matériaux durs.

# LE CHOIX D'UN MAGNETOPHONE

Voici quelques considérations qui peuvent jouer un certain rôle pour l'acquisition et la sélection d'un magnétophone:

### 1. Vitesse

Pourquoi voulez-vous utiliser le magnétophone? Choisissez un appareil à plusieurs vitesses si vous désirez pouvoir rejouer des bandes enregistrées que vous vous procurerez ailleurs. Ces bandes peuvent en effet être enregistrées à des vitesses différentes que celles qui conviennent à un magnétophone à une seule vitesse, car il n'existe encore pas d'uniformité dans ce domaine.

Egalement si vous avez l'intention uniquement de faire jouer les enregistrements réalisés par vous-même, plusieurs vitesses peuvent être utiles. Pour des reproductions musicales aussi bonnes que possible, vous utiliserez toujours la vitesse la plus élevée et pour les enregistrements de la parole la vitesse la plus basse. Un appareil à quatre vitesses permet par exemple d'utiliser les vitesses moyennes pour la musique populaire. Vous gagnez ainsi en durée par rapport à la vitesse la plus élevée et vous pouvez donc enregistrer davantage sur même bande.

### 2. Types de magnétophones

Si vous désirez enregistrer en dictée de longs discours et des conférences, qui par suite doivent être dactylographiés vous devez vous attacher particulièrement à la robustesse et à la commodité des organes de commande. Dans de tels cas, on doit souvent effectuer des commutations (départs et arrêts) et si le magnétophone n'est pas utilisé pour l'enregistrement musical, il est peut-être recommandé d'acquérir un appareil à dicter à chargeurs.

D'un autre côté, dans le cas d'utilisation exclusive pour la musique, (par exemple classique) de la plus haute qualité, l'appareil indiqué est un magnétophone à vitesse élevée.

Pour l'utilisation aux endroits où l'on n'est pas sûr de branchement sur le courant alternatif, ou pour être totalement indépendant du réseau et des prises (enregistrements dans la rue, dans la nature, reportages, etc.) un magnétophone batterie doit être choisi. On pense alors particulièrement à la meilleure qualité possible et à une longévité convenable.

### 3. Durée de reproduction et diamètre des bobines

Comme nous l'avons vu dans le tableau du chapitre III, 2, la durée de reproduction dépend du nombre de pistes et de la vitesse, ainsi que de la bande utilisée. Dans les différents types de bandes existent différentes longueurs, qui ont à nouveau pour résultat de plus petites ou de plus grandes bobines. Tous les magnétophones ne permettent pas de grands diamètres de bobines. Vous devez donc examiner quelle durée maximale vous pourrez obtenir avec un magnétophone déterminé et si cette durée est dans tous les cas suffisante pour vous.

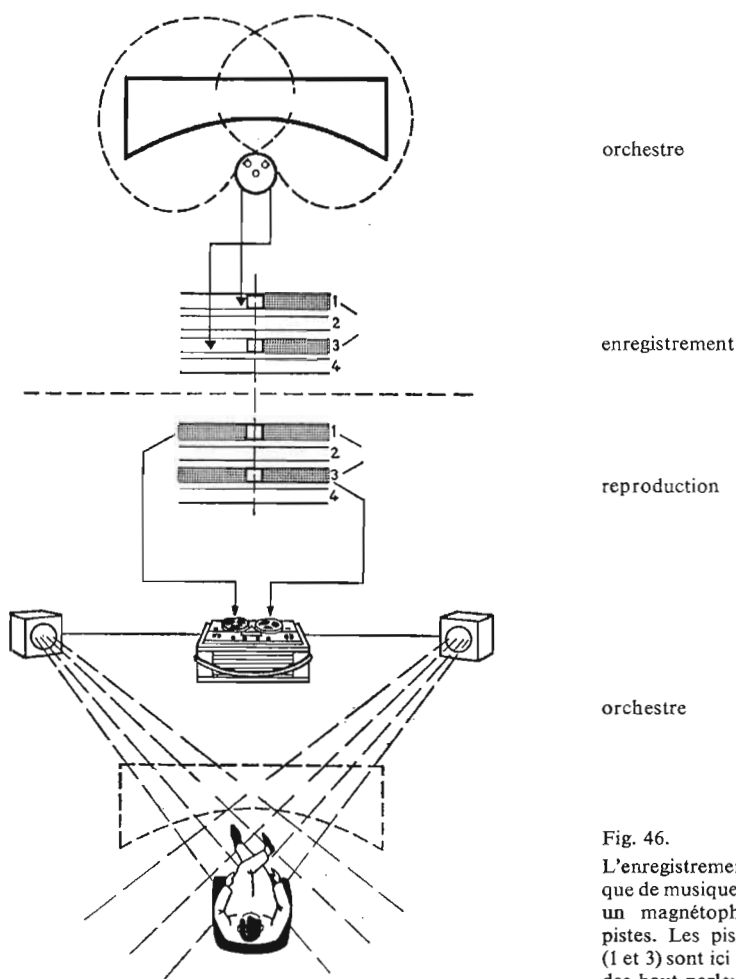


Fig. 46.

L'enregistrement stéréophonique de musique d'orchestre sur un magnétophone à quatre pistes. Les pistes enregistrées (1 et 3) sont ici reproduites par des haut-parleurs séparés.

#### 4. Stéréo ou monaurale

La plupart des enregistreurs simples sont monauraux. Il y en a cependant où les têtes et les autres accessoires éventuels rendent possible une reproduction stéréophonique, par exemple par branchement d'un radiorécepteur comme second canal. Enfin, il existe des magnétophones entièrement stéréophoniques. Des types intermédiaires sont également possibles.

#### 5. Caractéristiques spéciales

Si nécessaire, vous devez en outre examiner si le magnétophone est pourvu:

- De possibilités de mélange pour la parole et la musique.

- D'un montage en parallèle de plusieurs pistes.

- D'un régulateur séparé de tonalité.

- D'un indicateur de durée (indicateur de programme indiquant la place d'un certain point sur la bande).

- De possibilités spéciales de branchement (radio ou phono, haut-parleur supplémentaire, casque).

- D'une possibilité d'utilisation comme amplificateur pour microphone ou phono.

Dans tous les cas, veillez:

- A la qualité sonore.

- A la commodité de manoeuvre (qu'il ne soit pas trop nécessaire de commuter pour les diverses fonctions du magnétophone, voyez la disposition logique des boutons et des touches).

- A la sécurité.

- A la possibilité de brancher diverses tensions du secteur.

- A la possibilité du rembobinage et du bobinage rapide.

- A la facilité de changement des pièces et à la possibilité de service.

- A la facilité de l'entretien (nettoyage des têtes et de l'axe d'entraînement).

Eventuellement veillez:

- A la facilité de transport.

- A la robustesse du coffret.

- A la résistance aux climats tropicaux.

- Au fait que le couvercle est amovible.

- A la disponibilité d'accessoires spéciaux.



Photo 32

### *Effets sonores 1.*

Ci-dessus: quelques accessoires utilisés pour la production d'effets sonores.

Ci-dessous, et de gauche à droite: imitation d'une chute d'eau, d'un sifflet à vapeur, d'une locomotive à vapeur et d'un feu de forêt (en cassant des allumettes, on a l'impression des branches qui craquent).

Photos 33, 34, 35 et 36





## *Effets sonores II.*

Photos 37, 38 et 39

Comment enregistrer une communication téléphonique et comment produire des sons imitant la natation ou le canotage et le grésillement de la viande dans une poêle.



Photos 40 et 41

Projection de diapositives et de films d'amateur avec accompagnement sonore synchronisé.





Photos 42, 43 et 44

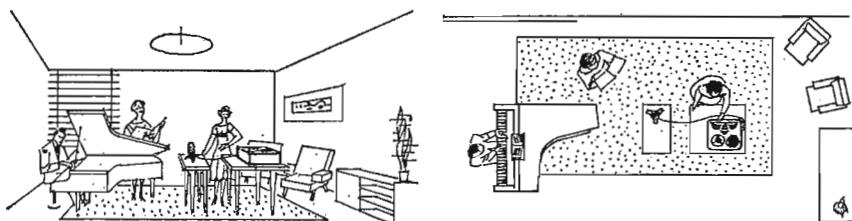
L'étude des langues, individuellement ou en classe, devient plus facile et plus efficace avec un magnétophone. Avec un laboratoire de langues, il est possible à l'élève, bien que faisant partie d'une classe, d'étudier individuellement et rapidement sous la surveillance du professeur.

## 6. Pistes multiples, montage et truquage

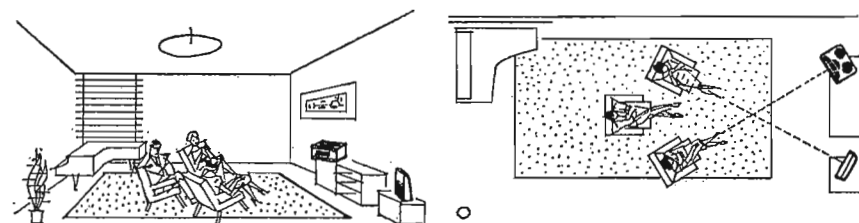
Au cours des dernières années, on a pu constater que l'on pouvait obtenir une qualité sonore remarquable avec un enregistrement sur 4 pistes. Par suite de la longue reproduction et de la possibilité supplémentaire de tête à 4 pistes, un magnétophone à 4 pistes doit mériter la préférence pour plus d'une raison dans plusieurs cas.

L'avantage de la longue durée existe donc encore pour la stéréo, car l'on peut enregistrer sur la bande stéréo deux fois plus d'informations que sur la bande double.

Fig. 47. Enregistrement et reproduction stéréophoniques dans la salle de séjour.



**Enregistrement:** En utilisant un microphone stéréophonique dit „intégré” (deux microphones dans un seul boîtier), on dirige ce dernier vers le centre du tableau sonore à enregistrer. La meilleure façon de déterminer la distance et l'intensité sonore correctes est d'opérer expérimentalement en faisant des essais d'enregistrement.



**Reproduction:** Les canaux de gauche et de droite (ici: haut-parleur incorporé au magnétophone et haut-parleur monté dans le couvercle) sont dirigés de telle sorte que les auditeurs peuvent se placer derrière le point d'intersection imaginaire des axes de haut-parleurs.

Le montage des bandes est possible lorsqu'on utilise qu'une seule piste. Il en est de même pour les magnétophones à double piste. Ceux à 4 pistes des catégories les plus coûteuses sont souvent équipés de montages tels que les sons d'une piste peuvent être enregistrés sur l'autre et que l'on peut réaliser des truquages (*multiplay*).

En *multiplay*, non seulement le programme d'une certaine piste peut être enregistré sur une autre, mais on peut y ajouter simultanément un

nouvel enregistrement. On peut répéter cela plusieurs fois. Par exemple on commence par le premier enregistrement sur la piste 1. Le second enregistrement se fait sur la piste 3 et se compose du programme de la piste 1 plus un nouveau programme à enregistrer. Le troisième programme s'effectue ensuite à nouveau sur la piste 1 et se compose de la combinaison de la piste 3 plus une nouvelle partie de programme à enregistrer. On a donc alors sur la piste 1 un programme qui se compose déjà de 3 composantes. Théoriquement, on pourrait continuer indéfiniment mais en pratique on ne dépassera pas une combinaison de 5 programmes.

Pendant le montage, on peut écouter par un casque afin d'obtenir une bonne synchronisation et un bon équilibre d'intensité.

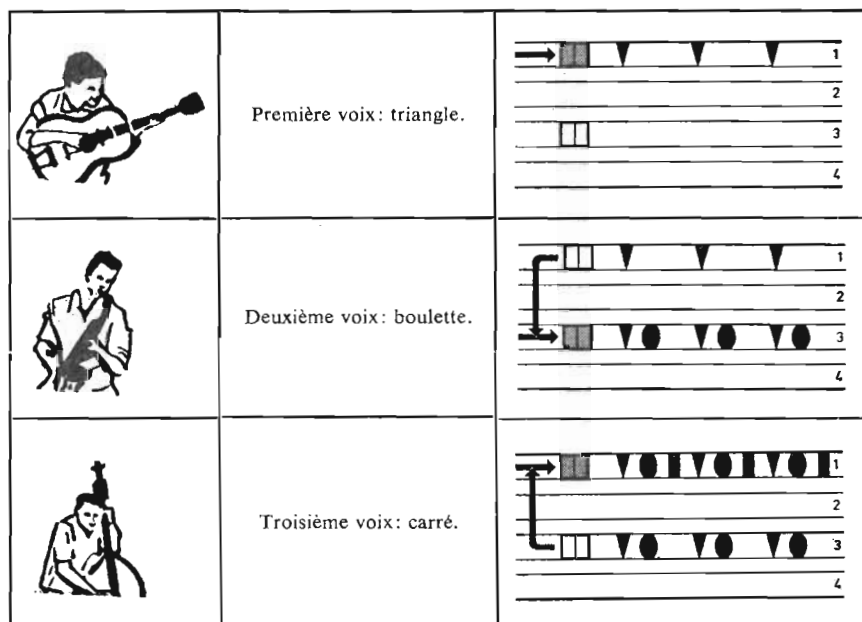


Fig. 48. Voici ce qui se passe dans un enregistrement Multiplay.

La fig. 48 donne un exemple de l'enregistrement de 3 émissions effectuées sur une seule piste. D'autres possibilités sont:

1 Composition d'un programme musical avec un seul instrument ou deux ou plusieurs instruments différents. Par exemple duos de violons exécutés par le même artiste qui joue successivement la première et la seconde partie.

2 Accompagnement vocal d'une musique enregistrée.

3 Composition de duos chantés par une même ou différentes personnes.

4 Toutes sortes de truquages.

## 7. Spécifications techniques

La lecture des spécifications techniques et des brochures peut donner des difficultés, car les indications des caractéristiques des magnétophones manquent d'uniformité. Néanmoins, nous donnerons ci-dessous, en nous basant sur ce qui précède, quelques indications générales et exigences.

*Gamme de fréquence.* Une caractéristique de fréquence uniforme de 60 à 15 000 Hz ( $\pm$ ) 3 dB (avec un maximum de 6 dB de variation) peut être considérée comme une excellente qualité. Egalement une gamme allant jusqu'à 12 000 Hz signifie déjà une reproduction satisfaisante de la musique.

*Variations de vitesse.* Ces variations sous forme de pleurage (wow et flutter) ne doivent pas être audibles. Un chiffre concret est difficile à indiquer car les méthodes de mesure varient souvent.

*Rapport signal-souffle* (également appelé «gamme dynamique»). Une valeur d'orientation est — 40 dB, ce qui signifie que le bruit de fond devrait être amplifié cent fois pour égaler le son enregistré.

*Puissance.* Un à quatre watts sont suffisants pour un magnétophone normal. Pour la reproduction dans une salle, on a besoin d'une puissance plus élevée, par exemple 6 watts.

*Distorsion harmonique.* Cette distorsion provoquée par des variations de tension se manifeste par des aiguës gênantes. Dans un bon magnétophone, le pourcentage de 5 % ne doit pas être dépassé.

# CONSEILS POUR REALISER DES ENREGISTREMENTS

Nous allons maintenant mettre en pratique les considérations théoriques que nous venons d'exposer sur les *caractéristiques du son*, la *technique du magnétophone et des accessoires*, la *qualité sonore et l'acoustique*.

En d'autres termes, nous allons réaliser nous-même des enregistrements. Nous verrons alors quelles sont les circonstances que nous rencontrerons dans l'usage quotidien du magnétophone et surtout, là où ce sera utile, nous dévoileront les «secrets de studio» nécessaires.

### Tout d'abord quelques «règles d'or»

1 Ne jamais oublier qu'*une chaîne n'est pas plus résistante que son maillon le plus faible*. La qualité de chaque enregistrement est donc déterminée par les caractéristiques interdépendantes de l'appareillage, de la bande et de celui qui fait l'enregistrement. Des facteurs techniques comme la gamme de fréquence, une distorsion éventuelle et la puissance dépendent de la combinaison totale microphone-système d'enregistrement-bande. Donc, outre un bon magnétophone, choisissez un bon microphone et la bande la meilleure que vous puissiez acquérir (de même un appareil de photo coûteux ne sert à rien si l'on utilise un mauvais film!) Enfin, un bon ensemble de haut-parleurs est important comme élément final de la chaîne de reproduction.

2 Tirer parti des *avantages pratiques énormes* qu'offre votre magnétophone par rapport aux autres appareils d'enregistrement et de reproduction: la longue durée de reproduction, les pistes sonores multiples et les possibilités supplémentaires qui s'y rattachent, l'écoute immédiate d'un enregistrement expérimental. l'effacement de la bande, la facilité de montage et de copie.

Utiliser également les chances qu'offre le magnétophone pour un «hobby» ou un passe-temps actif. On doit posséder peu de fantaisie pour se désintéresser d'un magnétophone. En effet, il peut se présenter d'innombrables cas où vous pourrez utiliser votre magnétophone de façon efficace et utile, dans la profession ou en famille.

3 Soyez *logique* dans l'enregistrement. Etudiez quel type d'enregistrement vous faites régulièrement, avec quelle vitesse et de quelle durée. Il en découle le diamètre de bobine (8, 10, 13, 15 et 18 cm) et quel type

de bande vous pouvez le mieux utiliser. Veillez à disposer de chaque type de bande vierge. Soyez également ordonné dans l'archivage des bandes enregistrées. Prévoyez-vous le montage ultérieur d'un enregistrement? N'utilisez alors qu'une seule piste. Vous pourrez toujours copier ou utiliser les autres pistes après le montage. Si vous possédez un magnétophone batterie et un magnétophone secteur, un bon système consiste à «collectionner» tout d'abord les sons avec le premier, puis tranquillement et avec la vitesse désirée, reporter sur le gros appareil les parties de programme éventuellement rassemblées avec d'autres.

4 Lisez toujours soigneusement les *modes d'emploi* des magnétophones et accessoires. La plupart du temps, il y a généralement beaucoup plus de choses que ce qui vous apparaît la première fois à la mise en service de l'appareil. Quand vous aurez un peu d'expérience, il vaut certainement la peine de relire ce mode d'emploi, ce qui conduira à des résultats encore meilleurs.

5 *Continuez à expérimenter.* Soyez prêt à enregistrer dans toutes sortes de situations et dans différentes conditions d'acoustique. Vous verrez qu'il en est exactement de même que pour la photographie: il y a une infinité de possibilités, le côté passionnant de ce passe-temps est justement le fait que vous devez apprendre à les connaître. Ce qu'en photographie est le posemètre est dans l'enregistrement le modulomètre mais également l'occasion, de *contrôler* immédiatement le *résultat* d'un enregistrement expérimental! Grâce à la possibilité d'effacement, vous ne devez même pas gaspiller aucun centimètre de bande. Echangez vos expériences avec les autres, également en ce qui concerne le choix des sujets: vous ne pourrez que vous instruire.

### **Précautions à prendre pour avoir un son de bonne qualité**

Vous devrez naturellement effectuer par avance un *enregistrement d'essai*. Cela ne coûte rien (tout au plus un peu de temps) et vaut toujours mieux que de gaspiller un enregistrement que vous ne pourrez peut-être jamais plus réaliser. Grâce à la possibilité d'effacement, vous ne serez pas aussi économe avec la bande qu'avec les matériaux pour photographier ou filmer, et c'est pourquoi les enregistrements sont parfois assez longs. Cela est d'autant plus dommage lorsque tout l'enregistrement doit être recommencé. Vous ne devez également pas exiger le summum de patience des intéressés (chanteurs, musiciens, personnes que vous interviewez), car ils savent que leur programme ne sera pas radiodiffusé et que vous ne serez guère large pour distribuer des «copies»!

Nous avons déjà parlé de l'utilisation d'une *bonne bande*. Le plus sûr est d'utiliser autant que possible une bande provenant du même fabricant

que le magnétophone. Il y a naturellement de nombreuses bonnes marques, mais un fabricant s'assurera dans tous les cas que les types de bandes qu'il vend sont parfaitement adaptés à ses magnétophones. Vous vous accoutumerez donc aux qualités de cette marque et n'aurez plus à hésiter chez le fournisseur. Pour la bande comme pour le reste, le bon marché est toujours cher. Une bonne bande est très difficile à fabriquer et avec une bande moins bonne, vous ne tirerez jamais le maximum de qualité de votre magnétophone.

Dans l'intérêt d'une bonne qualité sonore, nous citerons brièvement quelques points auxquels vous devez veiller:

Bien régler l'intensité sonore pour un enregistrement. Soyez attentif à l'intensité maximale qui doit être enregistrée et réglez-la ensuite. Le modulomètre doit *presque* indiquer le maximum. Une trop forte intensité donne de la surmodulation; le son est alors déformé, grinçant et trop fort. Une intensité trop faible à pousser trop loin le régulateur de volume et l'on entend un fort bruit de souffle ou de sifflement à l'arrière-plan. Pour une reproduction puissante, rien ne doit encore être déformé. Veillez donc à avoir un signal puissant. Plus le signal sur la bande est puissant et plus vous aurez de réserve à la reproduction.

Pendant l'enregistrement, ne tournez pas constamment le régulateur d'intensité, principalement pour de faibles corrections. La tentation est grande, mais vous devez essayer d'avoir une image sonore uniforme pour laquelle aucune correction ne sera nécessaire à la reproduction.

Si le magnétophone est pourvu d'un régulateur de *timbre* séparé pour l'enregistrement, vous devez y être attentif. Normalement, le mieux sera de répartir également les graves et les aigus. Pour la parole, on devra surtout faire attention aux aigus (les sons sifflants jouent un grand rôle pour une bonne compréhension).

Il ne devra y avoir ni *variation* ni *fluctuation* dans la *hauteur du son*. Le pleurage («wow and flutter») n'est pas dû à des défauts d'enregistrement au sens strict du mot, mais ces phénomènes se produisent pourtant parfois, surtout lorsque le magnétophone est encrassé. Également en photographie, vous n'éviterez jamais des particules de poussière ou des grains de sable sur l'objectif. Si nécessaire, entretenez donc le magnétophone. La meilleure façon de constater le pleurage est d'enregistrer un morceau de piano. Le piano est une musique si critique que vous pourrez être certain que votre magnétophone fonctionne parfaitement si vous ne constatez aucune trace de variation de hauteur du son. Attention également à ne pas utiliser des bobines voilées.

Naturellement, vous saurez immédiatement ce qu'il en est lorsque la hauteur de son est trop grande sur toute la bande. La parole donne alors l'effet bien connu «Donald Duck», l'enregistrement ayant eu lieu à faible

vitesse et la reproduction s'effectuant à vitesse trop élevée. L'inverse est le cas où l'on entend l'orateur parler avec une voix d'outre-tombe. Pour la musique on entend les chanteurs se changer en chanteuses et inversement les harmonicas se transformer en mauvais orgues d'église.

Des formes intermédiaires sont naturellement possibles, et il n'est alors pas question d'enclancher une vitesse erronée, mais d'un déroulement légèrement trop lent ou trop rapide de la bande. Cela n'est pas nécessairement une indication que quelque chose ne va pas dans le mécanisme, car il peut arriver que le magnétophone soit trop froid. Les lubrifiants doivent notamment être à la température voulue lorsque l'appareil est sorti d'une pièce froide et brusquement mis en marche dans la salle de séjour chaude. Pour obtenir une vitesse absolument constante, faites donc tourner l'appareil pendant quelques minutes avant de vous en servir.

Il faut encore mentionner ici les *ronflements gênants*. Ce sont des défauts d'enregistrement, mais parfois des erreurs de manoeuvre. On doit par exemple enfoncer dans les douilles les fiches du câble secteur et du câble d'interconnexion, en respectant la « polarité ». Surtout à l'enregistrement de la radio ou des tourne-disques, sinon il se produira un ronflement qui subsistera de façon gênante sur la bande pendant la reproduction. Il vous suffira d'inverser une ou plusieurs de ces fiches (c'est-à-dire tirer la fiche de la douille, lui faire faire un demi-tour et la réinsérer) pour supprimer le ronflement. Un essai d'enregistrement montre quelle position des fiches donne le meilleur résultat. En outre, vous pouvez combattre les ronflements en écartant toujours les câbles d'interconnexion des cordons secteurs et en n'utilisant pas des câbles de microphones non blindés. Pour les microphones de haute impédance, de longs câbles ne doivent pas être utilisés pour éviter le ronflement.

Pour d'autres défauts qui influent sur la qualité sonore, il est conseillé de consulter les tableaux placés à la fin de ce chapitre et du chapitre III, paragraphe 11.

Surtout, soyez *critique* pour apprécier la qualité sonore. Un bruit de fond indésirable ne doit naturellement pas se produire à l'enregistrement. Sauf pour les reportages, ceux-ci doivent être exempts de bruits étrangers. Vous savez que la qualité sonore est un concept présentant de nombreuses facettes. Après quelque temps, vous connaîtrez les possibilités et les caractéristiques de votre magnétophone et de votre microphone, et vous vous rappellerez le temps de votre enregistrements qui était « absolument professionnel ». Ne vous contentez jamais de moins, ni pour les enregistrements au microphone, ni pour la transposition de musique. Dans ce dernier cas, écoutez les yeux fermés si la reproduction satisfait à ce que vous entendez, par exemple, dans une salle de concert.

## Techniques du microphone

Pour le profane, placer le microphone de façon correctes et manipuler cet instrument extrêmement sensible, est une source fréquente d'erreurs. Cependant, il n'est pas nécessaire d'être un ingénieur du son pour connaître à fond les règles fondamentales.

Nous savons que les microphones diffèrent par la qualité, la sensibilité et l'effet directionnel. Un microphone cristal bon marché convient davantage pour la parole que pour la musique. Les microphones électrodynamiques sont généralement d'excellente qualité et satisfont pratiquement à toutes les exigences que vous pouvez leur imposer. Nous nous en tiendrons provisoirement aux cas simples et essaierons d'abord notre microphone.

### *L'effet vocal*

Nous nous trouvons maintenant devant un phénomène remarquable: vous avez branché le microphone, mis le magnétophone en marche et vous parlez à voix normale à une distance de 30 cm environ du microphone. Pourtant, vous n'êtes absolument pas satisfait du résultat. Outre que vous ne saviez très exactement ce que vous deviez dire et que vous avez bredouillé plusieurs fois et dit «heu», vous trouvez que la qualité n'est pas bonne. Vos oreilles ne trouvent pas que votre *voix* soit naturelle.

Soyez tranquille. Le magnétophone et le microphone sont en parfait état, mais *vous ne pouvez pas encore apprécier votre propre voix* telle que les autres l'entendent. C'est un phénomène absolument normal que de ne pas reconnaître au début sa propre voix sortant du haut-parleur. Pourtant, cette voix est fixée par le magnétophone avec une stricte objectivité, et, nous le supposons, reproduite avec fidélité. Mais vous n'avez encore jamais entendu votre voix objectivement, c'est-à-dire que vous n'avez jamais entendu votre voix comme les autres l'entendent. Cela n'est pas difficile à expliquer. L'homme entend sa propre voix par deux canaux: par le canal interne, c'est-à-dire la conduction osseuse dans la tête, et par les vibrations sonores dans l'air, qui atteignent partiellement les oreilles lorsque l'on parle.

Cela est l'explication la plus importante. Nous pouvons encore la compliquer en se rapportant à 3 autres facteurs qui jouent ici un certain rôle et que nous citerons pour être complets. Tout d'abord, vous avez à l'enregistrement une certaine proportion de sons ambiants fixés sur la bande, que vous entendez normalement stéréophoniquement. Deuxièmement, vous avez maintenant agi avec une acoustique double, à savoir l'acoustique à l'enregistrement et celles à la reproduction. Les rapports de réverbération sont différents, selon l'intensité de la voix et l'intensité sonore qui venaient du haut-parleur. Enfin, il y a en réalité de bonnes et de mauvaises voix microphoniques. Les premières sont considérablement mieux



Photos 45, 46 et 47

Indispensable pour l'étude de la musique! Ces illustrations montrent des enregistrements de duettistes, d'un trio et d'un orchestre à cordes.



Photos 48, 49 et 50

En haut, à gauche: répétition d'un solo instrumental à l'aide d'un magnétophone. A droite: Rob van de Bas, le dernier des minstrels néerlandais, avec sa cabrette. En bas, à gauche: Louis Armstrong, le célèbre trompettiste de jazz, possède une énorme collection de ses enregistrements favoris sur bande.



rendues que les autres à l'enregistrement.

Il est évident ici que l'on ne peut apprécier la qualité de la parole enregistrée sur un support d'enregistrement, d'après sa propre voix. Toute autre voix sera meilleure pour cette appréciation!

### *Parler devant un microphone*

Un microphone ne doit pas être trop éloigné de l'orateur. Le son direct de sa voix doit couvrir la réverbération et d'autres sons éventuels. Également ne placez pas le microphone trop près, car sinon la respiration se fait entendre de façon gênante et le son peut être déformé. À titre d'orientation, 30 cm est une bonne distance. Dans la plupart des cas, la meilleure façon de parler est de diriger le son exactement au-dessus du bord du microphone. Cela est un art très subtil que vous pouvez fort bien apprendre en expérimentant. Les speakers et acteurs de radiodiffusion savent comment réagissent sur le microphone les voyelles et les consonnes de leur voix, ou s'ils doivent éventuellement les accentuer, etc. On peut donc effectivement s'appliquer à acquérir une voix microphonique exercée.

On peut aussi parfois, en tournant légèrement le microphone, obtenir des améliorations. Par exemple, certains sons oraux peuvent brusquement être beaucoup moins gênants. Nous pouvons de plus dire par expérience que la façon dont on est disposé fait également une différence. Dans certaines ambiances, on parle d'un ton plus joyeux que dans d'autres et cela est certes important pour ceux qui veulent apprendre à jouer avec sentiment d'un microphone, pour ce qui est de la distance et de l'angle de parole.

Il existe aussi des différences entre la parole en position debout et en position assise.

### *Disposition du microphone*

Après ces conseils particuliers pour les enregistrements de la parole, voici des indications pour la réalisation d'enregistrements microphoniques en général.

Pour commencer, prenez comme règle fixe de ne laisser jamais personne marcher sur le câble du microphone. Cela est très irritant, aussi bien pour celui qui trébuche, que pour le microphone proprement dit, qui ne supporte certainement pas de tomber lourdement sur le sol. Écartez donc le câble autant que possible. Placez-le sur le pourtour, le long des murs de la pièce, ou, lorsque le câble est trop court, sous le tapis. Dans tous les cas, de telle façon que personne ne puisse marcher dessus. Principalement en cas d'utilisation de plusieurs microphones, vous devez prendre l'habitude d'écartier les câbles.

Pour éviter les bruits de contact, une bonne méthode est de placer les microphones sur un tapis ou une plaque épaisse de mousse de plastique.

Principalement pour les reportages ou les enregistrements très simples, placez de préférence le microphone sur un support. Il existe des pieds pour table ou des supports de plancher. Les amateurs utilisent dans de nombreux cas leur support pour photo qu'ils possèdent déjà. Cependant, veillez à ce que la fixation soit solide pour que le microphone ne tombe du support ou ne commence à vibrer. Nous en venons ici au point important suivant: rappelez-vous que votre microphone est un appareil sensible qui amplifie des dizaines de milliers de fois toutes les vibrations. Après l'installation, restez donc à distance et éloignez aussi les autres. Il en est de même pour le support, auquel les chanteurs ne doivent pas s'accrocher, ou contre lequel ils ne doivent pas donner de coups de pieds pendant l'enregistrement (sinon, faites-leur écouter un enregistrement d'essai pour qu'ils entendent le fracas provoqué dans le haut-parleur, et ils seront convaincus pour de bon.) Ne placez également pas le microphone sur le magnétophone ou sur la même table où repose ce dernier. Toutes les vibrations mécaniques de celui-ci seraient également enregistrées.

Lorsque vous tenez le microphone à la main, par exemple pour des reportages, tenez-le à pleine main et que celle-ci ne vibre pas ou que votre index ne tape pas sur le microphone à la suite de l'émotion lorsque, en tant que chasseur de son, vous interviewez le maire de la ville.

Au reste, au cours de l'interview, veillez à ce que vous, ainsi que la personne interviewée parlent dans le microphone sous un angle raisonnable. Si votre voix est plus forte que celle du maire, vous devez tenir le micro légèrement plus éloigné de vous. Attention à la différence de distance, si quelqu'un appelle à voix forte, la distance du microphone doit être plus grande que dans le cas de quelqu'un qui se met à chuchoter. Ne faites également pas trop déplacer votre «source sonore».

Pour les enregistrements à l'extérieur, des facteurs comme la pluie et le vent jouent un certain rôle. Ils peuvent gâcher l'enregistrement. Contre le premier ennui, un simple parapluie sera suffisant; pour le vent, on peut rendre le microphone moins sensible avec un mouchoir.

Habituez-vous à l'effet directif du microphone utilisé. Une discussion qui a lieu autour d'une table sera bien enregistrée si le microphone se trouve au milieu et est sensible de tous les côtés. Si vous ne possédez qu'un microphone unidirectionnel, vous devrez soit modifier le groupage des personnes qui discutent, soit suspendre le microphone au-dessus de la table, le côté sensible dirigé vers le bas. Dans ce dernier cas, il ne devra pas se trouver trop haut au-dessus des personnes qui parlent.

Ici aussi, adaptez la position du microphone aux intensités des voix. Quelqu'un qui a une voix faible doit être assis plus près du microphone que quelqu'un ayant une voix forte et qui porte loin.

Pour des enregistrements plus compliqués, par exemple d'un orchestre avec solistes, ces rapports de distance sont pour une grande partie déterminants pour le résultat. En particulier, l'usage de plusieurs microphones

exige quelque réflexion et une certaine dose de routine. Les techniciens des studios n'ont jamais fini de travailler sur l'installation des microphones.

Il apparaît qu'il doit y avoir un bon équilibre entre le son d'un orchestre et celui du soliste. Il y a dans un orchestre des instruments bruyants, comme les cuivres (trompettes, cors, etc.) et d'autres instruments beaucoup plus doux, comme les cordes (violons, violoncelles, etc.) et par exemple une harpe. Pour une image sonore bien équilibrée d'un orchestre, on utilise souvent, au studio, plusieurs microphones plus un microphone séparé pour le soliste. Les rapports d'intensité sonore des divers microphones sont alors réglés séparément sur un pupitre de mélange. Le technicien amateur devra chercher dans de nombreux cas les distances des microphones au sujet. Il y a là beaucoup à faire, mais il est nécessaire d'expérimenter. Un cas qui se présente souvent est l'enregistrement du chant accompagné au piano. Le mot *accompagnement* veut ici dire beaucoup en d'autres termes il doit rester à l'arrière plan.

Lorsque vous utilisez un seul microphone, placez-le donc plus près du chanteur (ou de la chanteuse) que du piano, quoique pas trop près. Quelques essais à diverses distances vous montreront clairement cela. Une installation microphonique dite centrale peut d'ailleurs donner souvent de bons résultats.

### *Conseils d'acoustique*

Les enregistrements au microphone doivent se faire — si possible — dans une ambiance tranquille. Les auditeurs éventuels doivent donc garder un silence absolu, à moins que leurs bruits soient désirés par l'enregistrement comme effet sonore. Des bruits ambiants gênants, au cas où vous ne pouvez les contrôler, peuvent être compensés en parlant à voix basse très près du microphone.

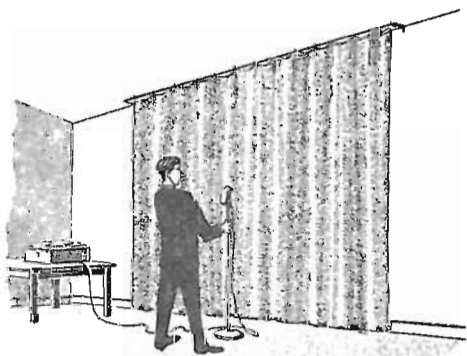


Fig. 49. Exemple de disposition du microphone et du magnétophone pour l'enregistrement de la parole dans la salle de séjour.

Comme on le sait, l'acoustique du local d'enregistrement est déterminante pour le résultat. La règle la plus simple est que les locaux vides ont

généralement une acoustique «dure» et que les locaux garnis ont une acoustique «amortie». Dans presque toutes les circonstances, un son plein audible est véritablement gênant. Pour les enregistrements de la parole, on recherche un fond convenable, par exemple un rideau, contre lequel on peut placer de microphone. Pour la musique, on écarte, si nécessaire, les objets trop absorbants, comme les gros fauteuils ou les tapis.

Dans l'ambiance de la maison, on dispose généralement de chambres ayant de forts contrastes acoustiques. Une salle de bain est acoustiquement dure comme un caillou, les cuisines et l'entrée un peu moins, tandis que les chambres, les salles de séjour et les vérandas offrent les différences nécessaires d'amortissement acoustique. Presque toutes les chambres produisent une image acoustique différente.

En faisant pendant quelques temps très attention aux rapports d'acoustiques vous acquèrerez l'expérience et l'habileté nécessaires pour décider quelle est la meilleure solution acoustique dans diverses circonstances. A la longue, vous pourrez adapter à l'acoustique du local où vous vous trouvez l'influence d'épais tapis, des tapisseries de chaises, de la hauteur du plafond, de la dureté des murs et des panneaux en bois, et du rôle absorbant du stuc. Cela vous aidera pour les enregistrements à déterminer rapidement une bonne disposition du microphone. Faites surtout attention au comportement des aiguës!

### Conseils pratiques pour l'enregistrement

N'interrompez jamais un enregistrement sans stricte nécessité. Vous le regretterez peut-être par la suite, car la continuité est perturbée et l'on n'obtient plus d'enregistrement «homogène» de qualité uniforme. Si vous devez absolument interrompre, ne touchez pas à la disposition du microphone ni des réglages, et reprenez aussi rapidement que possible. Si'il y a eu une erreur dans la disposition ou le réglage et que vous vous arrêtez pour cette raison, recommencez si possible.

Pour ces raisons, l'interruption n'est pas à conseiller, car un enregistrement est un événement unique. L'exécutant ou les orateurs sont absolument «dans le coup» et il est très difficile de les faire repartir de façon exactement identique (enthousiasme, tempo, interprétation) après qu'ils aient été brusquement interrompus et qu'ils vous aient vu exécuter de prosaïques et longues manipulations techniques.

Cela n'est pas seulement valable pour l'enregistrement d'oeuvres musicales ou de conférences, mais aussi pour les reportages et les tableaux de famille.

Pour les oeuvres théâtrales, c'est différent, car elles sont enregistrées en différentes scènes. De plus, on y travaille selon un scénario, comme il est courant dans un studio de cinéma.

Une raison technique pour ne pas interrompre, est qu'il peut se produire, sur la bande, les déclics du commutateur d'arrêt et de remise en

marche. Il est donc préférable, d'utiliser le bouton d'arrêt momentané qui n'influe pas sur le montage électronique.

Ne modifiez jamais brusquement l'intensité d'enregistrement. Cela peut s'entendre clairement à la reproduction. Un enregistrement doit être tel qu'à la reproduction il n'y ait en principe aucun réglage à retoucher. Expliquez à l'avance aux exécutants et autres personnes présentes qu'ils doivent s'en tenir à vos indications. Dans la pièce, vous devez momentanément être seigneur et maître, vous pouvez bien entendu nommer un régisseur si vous voulez vous occuper seulement de la partie technique. Sur-tout avec un groupe important de personnes, vous ne pouvez laisser cela au hasard. Il y a des signes très simples, utilisés également dans les studios, pour annoncer le début de chaque enregistrement:

*Un index levé signifie: silence pour l'enregistrement*

*Abaissér la main signifie: commencez à jouer*

*Déplacer de haut en bas le pouce et l'index l'un contre l'autre signifie: commencez à parler.*

Si vous voulez encore faire mieux, ne commencez l'enregistrement effectif que 5 secondes après avoir appuyé sur la touche «enregistrement» de votre appareil.

Avant tout, mettez les intéressés à leur aise. Préparez à l'avance l'enregistrement pour être sûr de votre affaire. Vous pouvez par exemple faire souvent vos essais sans être remarqué.

Un microphone exerce sur beaucoup de gens un effet magique. Bien que l'on sache que vous n'envoyez pas votre bande à la radiodiffusion, dès que l'enregistrement commence, l'aisance disparaît. Les orateurs les plus expérimentés se mettent à balbutier brusquement, commencent à parler «cérémonieusement» ou ne savent plus que dire. Vous pouvez éviter cela, non en forçant les choses, mais en vous mettant à travailler calmement et tranquillement, et en poussant vous-même à la conversation désirée.

## **Enregistrement de la radio ou d'un tourne-disques**

N'enregistrez jamais les programmes de radio en mettant le microphone devant le haut-parleur du récepteur, mais utilisez le câble d'interconnexion pour un branchement direct. Voir pour cela notre chapitre III paragraphe 10.

Le même câble peut servir pour l'interconnexion avec un tourne dis-que.

Il faut ici insister sur le fait que l'enregistrement des disques de phonographe ne doit s'effectuer que pour autant que les droits des tiers ne sont pas enfreints. Cette clause de droits d'auteurs, qui est également valable pour d'autres cas où des enregistrements sont faits d'oeuvres artistiques exécutées en public, a été créée pour protéger les droits des auteurs, des compositeurs ou des exécutants. Comme il existe dans les divers pays d'importantes différences dans l'observation de ce droit d'auteur et de son contrôle, on se trouvera bien d'en tenir toujours compte. En général, la réalisation d'enregistrements pour utilisation privée ne sera pas poursuivie.

La reproduction d'un disque sur bande est très simple. On met à zéro le réglage de volume du magnétophone. En même temps que l'on enfonce le bouton d'enregistrement, on bloque le mécanisme en enfonçant également la touche d'arrêt momentanée. Ensuite, on fait tourner le disque sur lequel on place le pick-up. Immédiatement après, on relâche la touche pour faire fonctionner le magnétophone et on tourne les réglages de volume. Si l'on ne suit pas cette méthode, la bande commence par des craquements et autres bruits parasites.

Lorsqu'on utilise un disque non endommagé ou peu joué, un bon tourne-disques et un bon câble d'interconnexion, la qualité de l'enregistrement ne pourra pratiquement pas se distinguer de celle du disque. Après la copie du disque, beaucoup de gens préfèrent écouter l'enregistrement sur bande, car celle-ci diffère en ceci du disque qu'elle n'est soumise à aucune usure mécanique et ne perd pas de qualité même après avoir été passée mille fois.

### Copie d'une bande sur une autre

Une copie de bande peut également être réalisée facilement, deux magnétophones suffisant pour cela. Le câble de liaison est enfoncé dans la douille «sortie» sur l'appareil reproducteur et dans la fiche «entrée» sur l'appareil *enregistreur*. Les deux magnétophones peuvent tourner à une vitesse plus élevée que l'original, pourvu que les vitesses soient identiques.

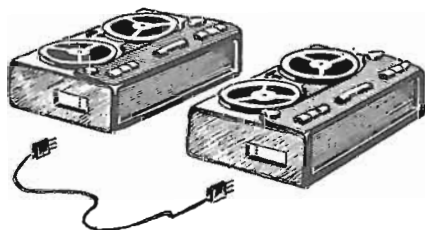


Fig. 50. Copie effectuée sur un autre magnétophone.

A gauche l'appareil „reproducteur” (sortie) et à droite l'appareil „enregistreur” (entrée). La même installation peut également être utilisée pour l'assemblage de portions de programmes (montage sans coupures et collages), la bande définitive étant produite sur l'appareil de droite.

La copie est ainsi réalisée plus vite et la plupart du temps ne donnera lieu qu'à une perte négligeable de qualité. Pratiquement, il ne se produit pas de perte lorsque l'on copie à la même vitesse. A une vitesse plus basse, la gamme de fréquence diminue comme on le sait. Attention au dé clic du commutateur! Commencez exactement comme pour la copie des disques phonographiques, mais faites démarrer le magnétophone «reproducteur» au lieu du tourne-disques. Comme compensation pour le sillon d'amorce, qui donnait le temps avec le disque de faire démarrer définitivement le magnétophone enregistreur, vous ramèneriez légèrement en arrière la bande à copier, donc une petite longueur avant le passage que vous voulez reproduire. Lorsque cette bande se déroule, vérifiez le modulomètre de l'appareil enregistreur et réglez le volume grâce à ces indications. Arrivé au passage que vous désirez copier, lâchez la touche d'arrêt de l'appareil enregistreur. La reproduction commence. Vous pouvez naturellement bloquer légèrement le déroulement de l'appareil reproducteur au moyen de sa touche «arrêt momentané», au moment où le passage commence.

Tout cela est très facile à exécuter avec deux mains. Exercez-vous à plusieurs reprises pour acquérir l'habileté nécessaire.

## Montages sonores

Le montage des bandes sonores (l'édition, c'est-à-dire la rédaction ou la composition) se présente très souvent dans la pratique de l'enregistrement.

L'enregistrement magnétique a rendu particulièrement facile le montage. Il suffit de couper la bande et de la coller avec du ruban adhésif, et l'on dispose de quantités de possibilités. On peut ainsi éliminer de ces enregistrements les défauts et les passages indésirables, ajouter des annonces ou les déplacer à un autre endroit, abréger des morceaux de musique.

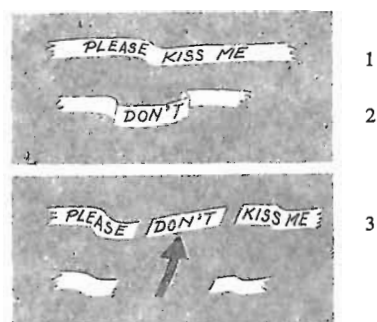


Fig. 51. Exemple d'un montage sonore simple. 1. enregistrement original, 2. morceau enregistré intercalé, 3. Enregistrement truqué.

On peut même éliminer une seule note. Des parties de programme, qui se trouvent à divers endroits, peuvent par la suite, en tout repos, être

combinées pour former un ensemble. Tout cela peut s'effectuer avec une grande précision et avec des joints inaudibles, qui ne peuvent pratiquement plus lâcher si l'on suit les conseils ci-dessous.

Un avertissement: veillez toujours à ce qu'une bande puisse être pourvue de plusieurs pistes sonores. La partie que vous coupez ou que vous déplacez ne doit comporter qu'une seule piste. Vous devez donc en tenir compte à la réalisation des enregistrements. Vous pouvez toujours par la suite utiliser les autres pistes pour des enregistrements qui n'ont pas besoin de subir un montage. Avec un bon magnétophone et avec une bande de bonne qualité, celle-ci ne cassera jamais d'elle-même, comme le ferait un vieux film au cinéma. Surtout les bandes en PVC peuvent même éventuellement supporter une brusque traction. Voici ci-dessous une recette simple pour coller les bandes sonores:

Vous achetez un rouleau de ruban adhésif spécial, en vente chez votre fournisseur. N'utilisez jamais de ruban adhésif du type pour le bureau ou la maison, car le produit collant dépasse parfois les bords de la bande et des catastrophes dans le déroulement de la bande peuvent en résulter.

Procédez maintenant comme suit:

- a. Coupez dans la bande la partie désirée.
- b. Placez les extrémités que vous voulez abouter de façon à ce qu'elles se recouvrent et coupez-les en oblique ensemble (une jointure oblique est inaudible).

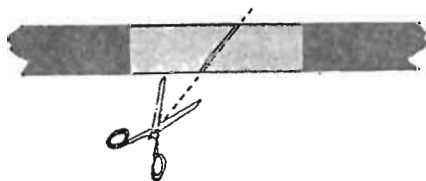


Fig. 52.

- c. Placez les extrémités avec précision l'une contre l'autre et collez par dessus un morceau de ruban adhésif de 2 cm de long environ, du côté non sensibilisé (lisse) de la bande.

Vous avez réalisé un raccordement parfait. Veillez surtout pour les raccordements critiques (par exemple pour les truquages) que l'on ait l'espacement exact entre les morceaux assemblés. Avec un raccordement trop serré, un mot d'une section suivra de trop près un mot de l'autre

section, de sorte que tout le monde peut clairement entendre qu'il y a eu dans la bande une «intervention».

Encore quelques remarques pratiques. Pour couper la bande, n'utilisez jamais des ciseaux qui sont devenus magnétiques pour une raison ou une autre. Coupez de préférence sous un angle de 30 à 40 ° pour une meilleure résistance à la traction. Le ruban spécial pour magnétophone est de la même largeur que la bande magnétique. Attention à apposer le ruban adhésif exactement droit et parallèle avec la bande. Lissez avec l'ongle les bulles d'air éventuelles entre le ruban adhésif et la bande.

Lorsque vous avez le choix, choisissez la vitesse la plus élevée pour les bandes où doit avoir lieu un montage. Plus la vitesse est faible, plus il faudra de précision pour effectuer le raccordement. Le passage exact pour raccordement sur la bande est sélectionné en faisant passer lentement devant la tête de reproduction la partie correspondante (faites tourner la bobine à la main, magnétophone en position reproduction, avec touche d'arrêt enfoncée). Dans l'assemblage des montages, on peut également essayer d'éviter de couper et de coller. On travaille alors avec deux magnétophones et toutes les parties de programme à assembler sont transposées par morceaux du magnétophone reproducteur sur l'enregistreur. Sur ce dernier naît alors la bande-mère définitive. Cette méthode est souvent suivie pour l'assemblage de sélections, l'addition d'effets sonores et de communications. Beaucoup de peine et même de bandes sont ainsi épargnées, quoique parfois au prix de la qualité. Également est ainsi supprimé le risque d'omission irréparable; on peut apporter des corrections grâce au potentiomètre de réglage.

## **Les archives sonores**

Les conseils suivants se rapportent à la méthode correcte de manipulation des bandes enregistrées et à leur conservation. Les bonnes bandes ne sont pas bon marché et il vaut donc la peine d'y consacrer son attention, surtout lorsqu'elles portent des enregistrements que vous voulez conserver pendant longtemps.

Comme il serait dommage que la précieuse bande portant les voix de vos enfants à toutes leurs phases de leur croissance soit perdue, effacée ou endommagée! Vous voulez conserver vraisemblablement la voix de votre fils pendant 20 ans, pour la lui faire entendre le jour de son mariage. Les enregistrements que vous faites en 1964 formeront peut-être en 1980 les plus beaux instantanés sonores auxquels vous attacherez encore plus de valeur qu'à des photos.

Des bandes de qualité inférieure peuvent gâcher votre plaisir par suite de leur usure mécanique. De plus, elles abiment le magnétophone et provoquent des pannes. L'argent que vous économisez pour l'achat d'une bande bon marché est ainsi doublement perdu, par suite des frais de ré-

paration de votre magnétophone. Les bandes peuvent être généralement conservées pendant un temps illimité et ne perdent pas leur magnétisme. La reproduction n'entraîne également pas de perte de qualité, en supposant que le magnétophone soit mécaniquement en ordre de marche. La qualité souffre lorsque le magnétophone n'est pas propre ou que les bandes sont exposées à la poussière, à des températures trop hautes ou trop basses, à l'humidité, au frottement (patinage) et à des influences magnétiques indésirables. En règle générale, ne laissez donc jamais les bandes au soleil, sur le manteau de la cheminée ou dans la salle de bain. La meilleure température pour la bande reste la température ambiante. Les bonnes marques laissent en dehors de ces limites une tolérance assez importante. Il en est de même pour le degré d'humidité.

Cependant, ne conservez jamais vos bandes dans l'entourage direct d'appareils ou de moteurs électriques, car ces derniers peuvent produire des champs magnétiques. De préférence, ne les laissez également pas près de meubles de radio ou d'amplificateurs, de haut-parleurs ou de microphones. Veillez à ce que la bande se déroule de façon régulière et soit emboînée régulièrement: pas trop tendue et pas trop lâche. N'utilisez jamais de bobines voilées.

*Conservez vos bandes à l'abri de la poussière dans des boîtes fermées.*

La plupart des bandes sont livrées dans des boîtes dites d'archives. Elles sont robustes, ferment bien et peuvent être conservées verticalement comme des livres. De plus, elles comportent un emplacement pour inscrire des notes, comme le titre, la durée de chaque partie de programme, la vitesse de bande, la date et le lieu de l'enregistrement.

Veillez surtout à porter systématiquement les indications après chaque enregistrement. C'est la mer à boire que de retenir de mémoire les différentes vitesses, les pistes, la position du compteur, etc. ou de les retrouver par tâtonnement. Vous ne pouvez rien voir sur la bande même!

Principalement l'usage de plusieurs pistes rend nécessaire la rédaction d'un catalogue. Outre les notes et les numéros sur les boîtes, vous pouvez naturellement faire aussi un catalogue général de vos bandes, de préférence dans un cahier à feuilles mobiles. Pour la copie d'un enregistrement de la piste 3, par exemple, de la bande M à la piste 1 de la bande X, il vous suffit de déplacer dans votre cahier une seule feuille.

La subdivision systématique n'est pas seulement facile et efficace (sinon il faut penser que vous gaspillerez une heure à chercher), elle est également économique. Vous êtes à même de bien utiliser chaque centimètre de bande et de calculer exactement sur quelle bande et sur quelle piste il vous reste un morceau de libre pour une nouvelle prise de son.

Dans un cas imaginaire, on aura par exemple la répartition suivante:

---

Bande A. *Musique populaire*. Vitesse 9,5 cm

Piste 1. Position du compteur 1—110. *Succès de 1960*.  
Enregistré ...

Compteur 115—160.  
*Pot-pouri de valse*. Enregistré ...

Piste 2. Compteur 1—60. *Marches* Enregistré ...

Piste 3. Compteur 1—140. *Musique  
de films*. Enregistré ...

Piste 4. Compteur 1—180. *Musique  
de danse*. Enregistré ...

Bande K. *Musique classique*. Vitesse 19 cm.

Piste 1. Compteur 1—360. *Concerto pour violon  
de Max Bruch*. Enregistré ...

Bande O. *Album de famille (généralités)*. Vitesse 9,5 cm.

Bande P. *Album sonore de ma fille*. Vitesse 9,5 cm.

Bande Q. *Album sonore de mon fils*. Vitesse 9,5 cm.

Bande R. *Conférences*. Vitesse 4,75 cm, etc.

Bande F. *Pièces radiophoniques*. Vitesse 9,5 cm, etc.

---

Pour pouvoir distinguer immédiatement le début de la fin d'une bande, il est conseillé d'utiliser des morceaux d'amorce colorés. La piste 1 est par exemple repérée par 1 à 1,50 m d'amorce verte. Après avoir retourné la bobine, la piste 4 commence par une amorce rouge. Les bandes pour

amorce peuvent aussi porter des inscriptions au crayon ou au stylo à bille concernant le contenu des bandes.

N.B. Entre l'amorce colorée et la bande magnétique, est parfois disposé un morceau de bande métallique de couleur argentée, qui sert à arrêter automatiquement la mécanique du magnétophone. Dans ce cas, un relais spécial doit être incorporé dans celui-ci.

### **Directives pour les enregistrements de la parole**

Choisissez un bon orateur (à instruire éventuellement); choisissez une disposition favorable du microphone (attention à l'acoustique et aux bruits de contact); fixez une bonne distance (surtout pour les groupes); donnez des indications à l'orateur pour les signes à utiliser; éliminez les bruits parasites (tic-tac ou sonnerie d'horloge, bruits extérieurs).

Préparez le texte à l'avance (de préférence court et condensé). Evitez les froissements de papier. Ne pas placer le microphone trop près du magnétophone.

Laissez quelques intervalles entre les phrases; soyez certain que la voix a une bonne expression, adaptée au type de texte.

Evitez de dramatiser à l'excès. Et articulez bien, une attention spéciale étant accordée aux sifflantes et aux voyelles plates.

### **Directives pour les enregistrements de reportages**

Reconnaissez la situation sur place en temps voulu. Pour l'utilisation d'un magnétophone sur alternatif, veillez à disposer de la tension correcte de secteur et de l'emplacement des prises de courant. Eventuellement, emportez des prolongateurs ainsi que suffisamment de bandes. Dressez l'horaire et le scénario.

Il faut toujours avoir suffisamment de bande sur la bobine; sinon, changez la bande en temps voulu (pendant une pause), même si la bande n'est pas encore complètement enroulée.

Reportage vient de «rapporter». Pensez d'avance à ce que vous allez dire, demander ou indiquer et tenez-vous-en au noeud de la question. Evitez les digressions inutiles et ne vous écartez pas trop du sujet. Prévoyez un début passionnant et suffisamment de variations.

### *Un «tuyau» spécial pour les interviews:*

Lorsque votre interview ne se déroule pas bien ou qu'il apparaît après essai comme sec et peu vivant, mettez en jeu un second questionnaire qui

posera des questions alternativement avec vous. Nous parions à 10 contre 1 que la (ou les) personnes interviewées se détendront beaucoup mieux!

### Directives pour les enregistrements de musique

Déterminez expérimentalement la meilleure disposition du microphone. Si possible, le diriger vers le faisceau sonore. Supprimer les bruits gênants.

*Chant:* Chantez debout. Pour le chant normal, ne pas chanter trop près du microphone; les chanteurs de charme chanteront aussi près que l'expérience le justifiera.

Attention à bien articuler. Les sifflantes ne seront pas trop prononcées. Faites un essai pour voir si le texte chanté est compréhensible. Pour les chœurs, amener les exécutants aussi près que possible du microphone.

*Piano:* Ne placez jamais le microphone sur le piano mais à côté ou au-dessus; distance de 1 à 3 mètres selon l'acoustique. Réglez sur les aiguës. Veillez à ce que les pédales soient silencieuses. Ouvrir le couvercle.

*Piano à queue:* distance 0,50 m à 1 m; hauteur environ 1,50 m.

*Orgue:* Placez le microphone juste devant l'orgue, ou légèrement dirigé vers les aigus. Conservez suffisamment de distance pour englober également toute l'image sonore.

*Violon:* Dirigez le microphone vers les ouïes du violon (table d'harmonie) et à une distance d'environ 50 cm. Attention aux sons complémentaires des archets.

*Instruments à vent:* Dirigez le microphone vers le pavillon. Distance environ 2 m.

*Accompagnement d'un soliste:* L'accompagnement ne doit pas dominer. Jouer doucement avec le piano fermé. Si possible utiliser deux microphones séparés.

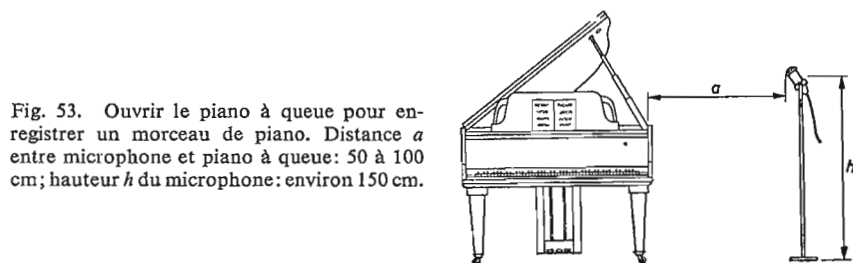


Fig. 53. Ouvrir le piano à queue pour enregistrer un morceau de piano. Distance  $a$  entre microphone et piano à queue: 50 à 100 cm; hauteur  $h$  du microphone: environ 150 cm.

*Orchestre:* Placer ou suspendre le ou les microphones assez haut. Pour un orchestre symphonique ou un petit ensemble, placer le principal microphone à 1,50 m derrière et 1 m au-dessus du chef d'orchestre. Placer un autre microphone *a)* près de solistes éventuels; *b)* près du groupe des instruments doux; *c)* près du groupe des instruments forts. Déterminer les distances expérimentalement. Attention à l'acoustique de la salle ou de la scène.

### Directives pour enregistrements avec «mixage»

Fixer le système de montage (mélange direct, ou méthode de copie par coupure et raccordement). Utiliser une seule piste lorsque l'on doit couper par la suite.

Utiliser éventuellement un mélangeur pour plusieurs entrées (par exemple deux microphones, un appareil de radio et un tourne-disques). Déterminer le rapport exact d'intensité sonore entre la musique et la parole. Utiliser éventuellement un casque pour contrôler si ces rapports sont corrects dans l'enregistrement.

Ne pas placer le microphone trop près du magnétophone ou du tourne-disques.

### Réalisation d'images sonores et de pièces radiophoniques

Les montages sonores et les pièces radiophoniques sont considérés dans les enquêtes d'opinions comme la forme la plus populaire d'émissions de radio. Comme l'utilisation de magnétophones a extrêmement simplifié la production de ces programmes dans les studios, il n'est pas étonnant qu'ils soient les favoris de l'amateur. Votre magnétophone se prête en effet par excellence à toutes les formes de programmes «composés», grâce à la possibilité de montage et de correction. L'enregistrement par soi-même d'une image sonore est une occupation fascinante donnant une grande satisfaction. La première exigence est avant tout de trouver une bonne idée de sujet. Ensuite, vous écrivez le texte et vous faites un scénario en mentionnant les sons à utiliser, la musique de fond, etc.

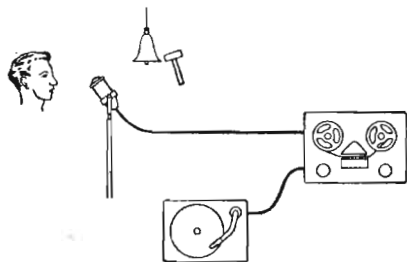
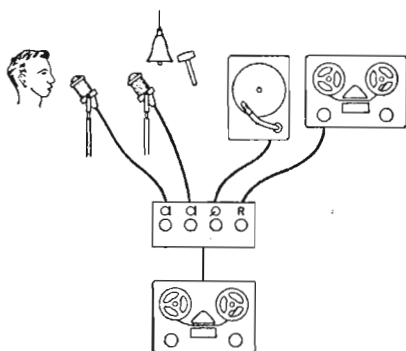


Fig. 54. Enregistrement d'une pièce à l'aide d'un seul microphone et d'un tourne-disques.

Fig. 55. Utilisation d'un mélangeur spécial en cas d'enregistrement de pièces radiophoniques. Un premier microphone est utilisé pour la parole, un second pour les effets sonores, tandis que la musique provenant d'un tourne-disques et d'un magnétophone peuvent être enregistrées en même temps.



Pour idée, vous pouvez par exemple prendre comme base un événement comique ou intéressant de votre propre vie. Si vous avez des dispositions pour le journalisme ou la littérature, il n'en sera que plus facile de broder autour d'une intrigue et d'arriver ainsi à une expression intéressante. Il est cependant inutile de compliquer les choses, surtout au début. Outre des incidents ou des périodes de votre propre vie, d'innombrables sujets intéressants peuvent être trouvés dans celle des membres de votre famille, colocataires, etc. Ils ne seront peut-être pas disposés à collaborer immédiatement, mais si vous insistez un peu, ils seront généralement très intéressés et participeront avec enthousiasme. Vous trouverez des sujets plus neutres dans l'existence de gens que vous admirez et qui intéressent vos passe-temps (compositeurs, inventeurs, hommes d'état, peintres, champions sportifs, etc). Cependant, on copiera ainsi rapidement les montages professionnels de la radiodiffusion et l'on court le risque d'une entreprise prétentieuse. Nous ne voulons pas manquer de vous avertir, car «la prétention» se punit elle-même dans toutes les formes d'amateurisme. On doit être déjà très exercé et savoir garder la mesure, pour ne pas se blâmer d'un film ou d'un enregistrement trop pompeux aussi bien dans le cinéma d'amateur que dans l'enregistrement sonore. A chaque concours de films ou d'enregistrements sonores, la réaction du jury est défavorable quand on présente avec prétention et «fanfares buyantes» des productions assez médiocres, qui sans cela auraient été mieux appréciées. Votre propre famille ne sera souvent pas moins critique quant à votre travail.

La simplicité est donc une obligation, surtout pour vos premières images sonores. Préparez votre affaire bien à l'avance et choisissez avec soin vos collaborateurs. Si vous voulez par exemple faire une démonstration à un mariage et faire un portrait sonore du marié et de la mariée, veillez tout d'abord à ce que les voix correspondent autant que possible dans le montage sonore avec celles des mariés présents. Si cela ne réussit pas, il vaut mieux que vous laissiez cela de côté, sans introduction parlée. Il est fort possible, de parler des gens dans des montages sonores et de faire

d'eux le centre du récit fait par *d'autres*. Egalement pour les jubilés, il arrive souvent que l'on rate justement la scène de la revue où l'on a essayé d'imiter le jubilaire. Il subsiste alors un malaise général sans parler du temps perdu et des efforts inutiles.

Nous voulons vous donner un troisième conseil: ne faites pas votre enregistrement trop long. Sous ce rapport, il suffit de vous rappeler l'exemple de votre ennuyeux voisin, qui veut absolument vous montrer ses 300 diapositives lorsque vous lui rendez visite. Soyez bref, incisif, original, ne forcez pas votre talent et... veillez à ce que le récit que vous voulez faire se passe bien. Si nécessaire, demandez à quelqu'un d'autre une appréciation critique, avant de produire votre montage sonore. Si vous avez choisi l'accompagnement musical convenable parmi les disques de phono existants (la radio et les musiciens amateurs sont une autre source importante), vous commencerez à fixer sur la bande *les bruits de fond*. Vous pourrez dans la plupart des cas le faire vous-même par des moyens primitifs. Ci-dessous voici quelques suggestions.

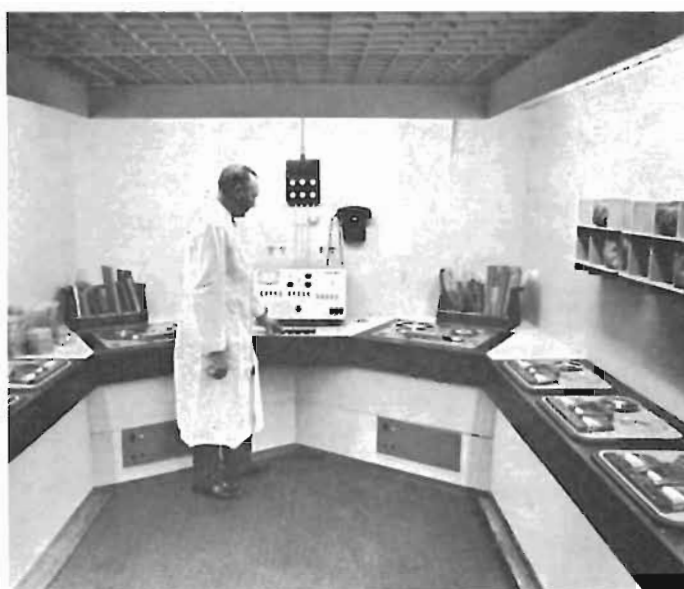
---

Feu crépitant	:	Froissez un morceau de cellophane, de plastique ou de papier juste devant le microphone.
Branche qui se casse	:	Cassez des allumettes.
Tempête ou vent	:	Bruit chuintant avec la bouche, videz un ballon ou tirez un fin morceau de tissu sur une planche.
Pluie	:	Laissez tomber du grain fin, des petits pois ou du riz sur un tambour ou une plaque métallique.
Forte chute de pluie	:	Videz un sac de sucre en poudre sur une feuille de papier bien tendue.
Orage	:	Secouez fortement une feuille de tôle.
Coup de tonnerre	:	Frappez sur la tôle.
Incendie	:	Agitez une petite brosse sur la peau d'un tambour.
Vagues	:	Agitez la main dans un bac rempli d'eau.
Vagues contre les rochers	:	Agitez doucement un ballon rempli d'air et contenant quelques granulés.
Bateau à rames	:	Barboter avec des planchettes dans un bac d'eau; faire grincer une charnière.
Bruits de pas sur un sentier de jardin	:	Marcher sur place dans une caisse remplie de gravier.
Bruits de pas dans la neige	:	Serrer entre les mains un paquet d'amidon ou de fécule de pommes de terre.
Bruits de sabots	:	Frapper une surface dure avec des demi-noix de coco ou des balles de tennis.



Photos 51, 52 et 53

Ces illustrations se réfèrent aux utilisations du magnétophone pour enregistrer une conférence (en haut, à gauche), une musique folklorique (à droite) et (en bas, à gauche) pour le contrôle de la circulation.



Photos 54, 55 et 56

Enregistrement, copie et reproduction de „livres et de magazines parlés” pour les aveugles.



Photos 57 et 58

Spectacle théâtral joué et enregistré par des amateurs en vue d'une reproduction pour les malades des hôpitaux.



Photo 59

Jeunes amateurs enregistrant une chanson avec accompagnement de guitare dans un studio sonore improvisé.

Photo 60

Les clubs d'enregistrements sonores d'amateurs existent aujourd'hui dans un grand nombre de pays. Leurs membres échangent leurs enregistrements, participent à des concours d'enregistrements sonores et publient leurs propres revues. Des annuaires sont également publiés, donnant des renseignements sur les membres eux-mêmes et leurs appareillages.

Photo 61

Chasseurs de son au travail lors d'un enregistrement à effets sonores.



Sifflement des oiseaux :	Sifflet-jouet.
Sifflement d'un remorqueur :	Souffler fort dans le goulot d'une bouteille; en mettant de l'eau dans celle-ci, on peut régler la hauteur du son.
Portière d'auto qui claque :	Laisser tomber un gros livre sur le sol avec un bruit sourd.
Freins qui crient :	Rayer du verre avec du métal.
Collision :	Laisser tomber des feuilles de tôle à plat.
Locomotive :	Imitation avec la bouche, ou frotter l'un sur l'autre des blocs de papier de verre, ou encore frotter une brosse sur une râpe (de cuisine) placée sur une boîte en carton.
Echappement de vapeur :	Plonger dans l'eau un fer à souder chaud.
Coup de fusil :	Frapper une chaise en cuir avec une règle.
Ascenseur :	Brancher et couper un aspirateur.
Voix déformée :	Parler dans une boîte en tôle ou à travers un tube.
Effet de réverbération :	Parler ou chanter dans la caisse d'un piano.

---

Ainsi peuvent être imités d'innombrables bruits tirés de la nature. La liste en sera immédiatement augmentée si vous faites faire du bruit devant le microphone à tous les objets que vous avez sous la main, puis que vous recherchez à quoi cela ressemble une fois reproduit. Avec un magnétophone qui peut être utilisé séparément comme amplificateur de microphone, l'effet peut être immédiatement apprécié et vous pouvez plus facilement étudier le rythme du mouvement. Il existe également des disques spéciaux de bruitage principalement pour les bruits difficiles à imiter par l'amateur (ronflement d'avion, bruits de types spéciaux d'autos, applaudissements et bruits des conversations dans une grande salle de concert.) On peut soi-même enregistrer dans toutes sortes d'endroits, en ville ou dans la nature, de nombreux bruits à l'aide d'un magnétophone à piles. Lorsqu'un effet sonore enregistré est de trop courte durée, vous pouvez couper la bande et en faire une boucle. Faites passer cette boucle de façon continue sur un magnétophone et, par le câble de liaison, enregistrez sur le second jusqu'à ce que vous ayez obtenu une longueur suffisante pour l'effet désiré. Si le morceau est trop court pour confectionner une boucle, arrangez-le avec une bande vierge jusqu'à ce qu'il s'adapte. Vous pouvez faire tourner des boucles trop longues autour du goulot d'une bouteille.

Ce qui a été dit au sujet des tableaux sonores est également valable pour les pièces radiophoniques. La principale différence entre les deux est que dans les premiers on a un *conteur*, tandis que dans les secondes on a un

*dialogue*, chaque voix représentant un différent personnage. Dans une pièce radiophonique les effets sonores ont naturellement une moindre importance que dans un tableau sonore, étant plus intimement intégrés dans l'ensemble.

### Sonorisation des diapositives et films d'amateurs

On a assisté ces dernières années à une augmentation considérable du nombre d'amateurs de films de 8 mm et 16 mm et surtout de ceux qui font régulièrement des diapositives en couleurs. Les deux catégories peuvent sans grandes difficultés ajouter un élément important à leurs projections de diapositives ou de films: le son.

En enregistrements des sons authentiques aux films et diapositives de famille où sont représentés les parents, les enfants et autres connaissances, ces films peuvent évidemment voir leur valeur augmenter. Les sons, complétés par la suite de commentaires et de musique de fond, contribueront à une parfaite représentation qu'un amateur sera fier de donner à sa famille et à ses amis.

Nous avons déjà parlé du son pendant la projection de diapositives dans le chapitre «Branchements et accessoires» où il fut question de l'appareil de commande. Il est donc possible avec cet appareil, combiné avec un projecteur automatique, d'établir à l'avance le programme de changement de diapositive de façon synchrone avec le programme sonore qui se trouve sur une autre piste. A la représentation finale, le son est reproduit et le changement de vues est entièrement automatique et synchrone avec le son.

Nous donnerons ici quelques conseils pour réaliser le programme sonore. Ce n'est que lorsque celui-ci sera parfaitement prêt que les impulsions pour le changement de vue seront portées sur la bande à l'aide de l'appareil de commande.

La réalisation d'un scénario simple est très recommandé et même nécessaire dans la plupart des cas. Il doit contenir:

1. La succession numérique des vues.
2. La description de l'image
3. Le commentaire à dire
4. Les sons supplémentaires éventuels de bande ou de disque.
5. La durée nécessaire pour chaque scène.

Le mieux pour ces 5 éléments sera de dessiner sur une feuille de papier des colonnes séparées de la façon suivante:

No.	Description	Commentaires	Sons	Durée
1.	.....	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....	.....

Tout d'abord la série de diapositives en couleur est triée de façon à donner un «récit» pour lequel est possible un commentaire intéressant et clair. Il doit notamment y avoir un fil conducteur; rien n'est si exaspérant pour les spectateurs qu'une représentation où l'image et le son sont décousus. On doit aussi penser que les situations et les images sont peut-être absolument nouvelles pour de nombreux spectateurs et qu'on doit donc leur laisser le temps d'assimiler le tout.

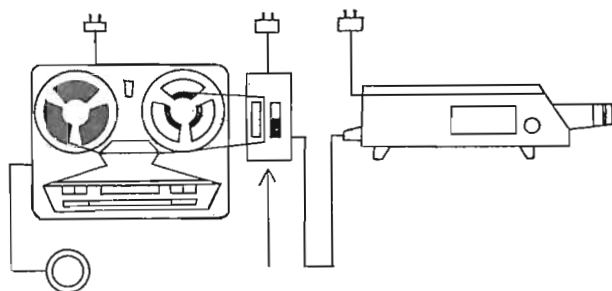


Fig. 56. La bande passe par la tête magnétique de l'appareil de commande de projection des diapositives avant d'atteindre la bobine enrouleuse. A droite, le projecteur automatique de diapositives.

On trie ensuite les sons disponibles. Il peut s'agir des enregistrements authentiques déjà mentionnés, qui étaient faits au moment de la prise de vue. Cependant, il peut y avoir aussi des sons d'autres bandes à insérer, par exemple des effets sonores et de la musique d'accompagnement. Dans de nombreux cas, on pourra utiliser des disques de phono pour lesquels il faudra tenir compte des prescriptions existantes concernant les droits d'auteurs.

Lorsqu'on se sera fait une idée de la musique d'accompagnement et des autres sons ainsi que du moment où on doit les accentuer et les atténuer, le scénario sera complété autant que possible. Ensuite, le commentaire est rédigé, toujours en tenant compte de la durée et de la nature du son déjà enregistré. Il est ici important de noter avec quelle intensité sonore ces derniers doivent être enregistrés, car ils ne doivent pas gêner le commentaire. Quelques essais seront pour cela nécessaires, mais c'est là un travail particulièrement agréable auquel le réalisateur du programme prendra certainement autant de plaisir que par la suite ceux qui assisteront à la représentation.

Le minutage précis s'effectue avec un chronomètre ou une montre à trotteuse.

Pour ce qui est du scénario, il dépend naturellement complètement de l'appareillage utilisé. Il sera souvent conseillé de demander de l'aide pour

manoeuvrer en temps voulu un ou plusieurs magnétophones, surtout lorsque l'on dit soi-même le commentaire. Cela nous conduirait trop loin de citer ici toutes les combinaisons possibles.

Pour la réalisation du *son avec les films d'amateurs*, on distingue diverses situations. Il existe déjà des films de 8 mm et 16 mm qui sont pourvus en usine d'une piste sonore magnétique et sur lesquels, après développement, un enregistrement sonore peut être réalisé *sur le projecteur*. Pour cela, il faut encore un projecteur équipé d'une tête magnétique et d'un amplificateur.

Nous nous limiterons cependant à l'enregistrement du son sur un magnétophone normal, qui assure indépendamment la reproduction sonore à la projection, si possible de façon synchrone avec le film.

On peut ici utiliser ou non un appareil de synchronisation tel que ceux livrés par de nombreux fabricants de projecteurs. Ces appareils ne sont pas livrés par les fabricants de magnétophones, car ils doivent être adaptés aux projecteurs. Un facteur important est ici le fait que les moteurs du projecteur et du magnétophone possèdent souvent des caractéristiques totalement différentes. L'appareil de synchronisation doit neutraliser ces différences, qui se produisent par exemple en cas de variation de tension et de fréquence du secteur, entraînant des changements indésirables de vitesse. On consultera auparavant le photographe chez qui l'on a acheté, ou l'on achètera le projecteur. Il est également très possible de réaliser une intéressante bande sonore avec un film, sans appareil de synchronisation. Les films de voyage s'y prêtent surtout particulièrement bien et demandent pour ainsi dire un commentaire bien préparé avec musique de fond. Pour le cinéaste amateur, il est recommandé d'emporter dans son voyage un magnétophone à piles et si possible de collectionner des instantanés sonores authentiques. Le mieux est réellement de se limiter à des «instantanés», vu que les enregistrements qui touchent de très près à l'image conduiraient à une moins grande souplesse pour la post-synchronisation.

Il est également recommandé dans la post-synchronisation des films de réaliser d'abord un scénario.

Il y a deux possibilités techniques dont on doit tenir compte.

- a. Le projecteur a un moteur asynchrone
- b. Le projecteur a un moteur universel.

Avec les moteurs asynchrones, on ne peut régler la vitesse du projecteur. Le son ne peut alors être rendu synchrone et doit si possible rester «séparé» de l'image. On donne un commentaire aussi sommaire que possi-

ble et l'on adapte principalement la musique de fond. Au démarrage, une bonne méthode consiste à enclancher d'abord le magnétophone de sorte que le programme commence avec l'introduction musicale puis le titre du film apparaît sur l'écran.

Avec les moteurs universels, la vitesse du projecteur est réglable. On a ainsi la possibilité d'une synchronisation poussée et l'on peut également, pendant la représentation, faire rattraper au projecteur la bande sonore, ou respectivement freiner la vitesse du projecteur par rapport à celle de la bande.

Comme base, il est conseillé de placer le régulateur de vitesse du projecteur en position médiane, puis de faire chauffer projecteur et magnétophone pendant quelques temps (10 minutes) jusqu'à la bonne température. On peut, de plus placer sur le magnétophone un disque stroboscopique (par exemple sur l'axe d'entraînement), pour pouvoir déceler d'éventuelles différences de vitesse. Le disque stroboscopique doit être éclairé par la lumière du projecteur.

Le film et la bande peuvent être munis de repères pour pouvoir démarrer simultanément. Une méthode correcte consiste à placer le repère sur le film de telle sorte que la touche d'arrêt du magnétophone est relâchée au moment où ce repère apparaît sur l'écran.

Avec la musique et les bruits de fond, il ne se produira guère de difficultés de synchronisation, surtout lorsque l'on utilise des marges importantes et que l'on atténue le son par exemple d'un avion qui ronfle avant qu'il ne soit visible sur l'écran. Les effets qui doivent être entendus exactement au bon moment, par exemple le son d'un sifflet à vapeur pour un gros plan qui montre l'échappement de la vapeur du tuyau, sont extrêmement critiques.

L'amateur qui ne dispose pas du meilleur appareillage possible et d'une grande habitude fera mieux de ne pas se hasarder au gros plan de personnes en train de parler. A moins qu'il ne soit passionné par le côté énervant de ce passe-temps et qu'il n'ait pas peur d'essayer à nouveau dix ou même vingt fois.

Une possibilité particulière est obtenue grâce aux magnétophones à 4 pistes et un commutateur de mise en parallèle. On enregistre alors le fond musical et les effets sonores sur différentes pistes. Les effets comportent une grande marge, c'est-à-dire qu'ils durent sur leur piste spéciale

plus longtemps qu'il n'est finalement exigé. Au moment où l'on en a besoin, on commute en parallèle les deux pistes grâce au commutateur spécial et l'effet sonore se fait entendre sur la musique. Puis l'on continue avec la piste de musique. Bien d'autres méthodes sont possibles avec les magnétophones à 4 pistes, surtout lorsque l'on utilise des accessoires comme les préamplificateurs et les mélangeurs. Le commentaire parlé exige une synchronisation assez stricte. Lorsque ce commentaire peut être tenu universel et se déroule avec le fond musical, bien des difficultés peuvent être évitées en l'intercalant seul dans les scènes où l'action est relativement stationnaire (bateau sur l'eau, panoramas). A la prise de vue, l'on peut peut-être en tenir compte.

On se gardera d'ailleurs de commentaires trop longs et dits sur un ton monotone. Dans de nombreux cas, il y a une solution intéressante, faire alterner deux voix, par exemple celle d'un homme et celle d'une femme.

Pour conclure, il est important de choisir une musique qui s'adapte réellement et d'y consacrer si nécessaire quelque temps. Cela est valable aussi bien pour le contenu du film que la musique d'introduction et la musique finale. La plupart des spectateurs sont habitués au cinéma et, même avec de la bonne volonté, manifestent des exigences assez élevées.

Pour le programme tout entier, le maître se reconnaît à la mesure dont il fait preuve.

## DEFAUTS D'UTILISATION

*Ce qu'ils sont et comment y remédier*

(ce tableau ne concerne pas les défauts imputables à l'appareil)

<i>Défauts</i>	<i>Remèdes</i>	<i>Causes</i>
Son très faible et sourd	Mauvais sens d'insertion de la bande	Réinsérer la bande côté mat vers les têtes
Son indistinct	Mauvais branchement du microphone	S'assurer que le microphone est suffisamment près de la source sonore et qu'aucune autre source n'a d'intensité suffisante pour perturber. S'assurer que plusieurs personnes ne parlent à la fois. Procéder à des essais d'emplacement du microphone et conserver le meilleur pour l'enregistrement final.
Son de qualité déplaisante	Enregistrement probablement surmodulé	Enregistrer à volume moins poussé, le passage le plus intense servant de base pour le réglage du volume: le microphone ne doit pas être trop près de la source sonore.
Niveau de bruit excessif à la reproduction	Réglage de volume trop bas	Enregistrer à volume plus élevé
Reproduction perturbée	Le microphone a capté des sons indésirables, tels que le bruit du moteur du magnétophone	Le microphone ne doit pas être trop près du magnétophone et doit naturellement être hors de portée de tout autre bruit indésirable.

Aiguës ou basses excessives ou insuffisantes	Mauvais réglage de tonalité	Réajuster les contrôles de tonalité du magnétophone et, si nécessaire, du poste de radio ou du tourne-disques
Ronflement audible	a) Microphone trop près du magnétophone b) Mauvaises connexions au secteur ou/et autres c) Connexion au secteur trop près des autres	Augmenter la distance entre les deux appareils Modifier la position des fiches dans les prises Eloigner la connexion au secteur le plus possible des autres conducteurs
Sifflements	Réaction acoustique	Le microphone ne doit pas pouvoir capter les sons émis par le haut-parleur
Echo indésirable	Mauvaise acoustique	S'assurer au cours de l'enregistrement qu'il y ait une absorption suffisante du son: au besoin, choisir une pièce où se trouvent des objets absorbants tels que tentures, etc.
Sons étouffés	Mauvaise acoustique	Enlever les fauteuils, ouvrir les rideaux, etc. Si l'amélioration est insuffisante, choisir une autre pièce plus „dure”.
Hauteur tonale un peu trop basse	Le magnétophone n'a pas atteint sa température de régime	Faire chauffer le magnétophone pendant plusieurs minutes
La hauteur tonale est beaucoup trop élevée et le son paraît grêle	Vitesse de lecture trop élevée	Choisir la vitesse correcte
La hauteur tonale est beaucoup trop basse et le son paraît „se traîner”	Vitesse de lecture trop basse	Choisir la vitesse correcte

Aiguës insuffisantes (ou le son semble „flotter”)	Mauvais montage de la bande	La bande doit faire bon contact avec les têtes et y être appliquée franchement
---------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

(voir également le tableau «Pannes de l'appareillage et défauts de la bande» au Chapitre III, § 11).

*Lire toujours soigneusement le mode d'emploi livré avec l'appareil !*

## CHAPITRE VIII

### APPLICATIONS DE A à Z

#### A. Chez soi

Album sonore familial  
Les pleurs de bébé  
Ses premiers mots  
Voix d'enfants  
Enseigner aux enfants à s'exprimer clairement  
Formation de la personnalité chez l'enfant  
Contenir des histoires, en particulier à l'heure  
du coucher  
Musique douce  
Fêtes d'enfants  
Récitation de poèmes  
Bruitage pour théâtre de marionnettes  
Jeux de bruitage  
Devinettes sonores  
Compétition  
Journal sonore  
Réunions familiales  
Enregistrement de fêtes scolaires

Cérémonies de mariages  
Anniversaire  
Fêtes de famille  
Réunions de famille  
Allocutions  
Conversations  
Visite unique de vieux amis  
Comptes rendus de réceptions  
Enregistrement de voix d'amis  
Jeux de société  
Histoires humoristiques  
Enregistrement inattendu  
Truquages  
Dialogues  
«Chasseur» de son  
Lettres parlées aux parents et amis  
Correspondance internationale sur bandes  
magnétiques

Reportages de la visite d'une ville  
Reportages d'un voyage  
Reportages d'événements sportifs  
Souvenirs de vacances  
Essai de voix  
Diction  
Récitation

Imitation  
Chasse au talent  
Collaboration d'artistes amateurs et d'artistes  
professionnels  
Amélioration du talent amateur

Etude de langues étrangères  
Cours de langues enregistrés  
Amélioration de l'élocution  
Exercices de prononciation

Chants amateurs  
Choeurs d'enfants  
Duos  
Canons  
Chansons familiales favorites  
Danses folkloriques  
Orchestre familial  
Librairie musicale  
Bandes pré-enregistrées  
Musique de danse ininterrompue  
Musique de fête  
Concerts ininterrompus  
Exercices musicaux  
Quiz musical  
Enregistrements de programmes radiophoni-  
ques pour émission différée  
Enregistrement pendant l'absence  
Enregistrement de recettes culinaires et de  
cours de cuisine  
Préparation de réunions

«Livres sonores» pour vieillards et infirmes  
Programme radiophonique scolaire et pour  
malades  
Services religieux pour malades

Commentaire pour projection lumineuse  
Bande sonore pour films d'amateur  
Jeux radiophoniques  
Reportages sonores  
Montage sonore  
Effets sonores  
Bruitage de fond  
Enregistrement dans la nature  
Conversations téléphoniques

Communications téléphoniques interlocales  
rapides  
Instructions différées  
Enregistrement d'idées

## B. Musique

Programmes musicaux pour la radio et la télévision  
Enregistrements sur bandes de disques empruntés  
Enregistrements de musique familiale  
Stimulation des enfants à la musique  
Evaluation des progrès  
Evaluation de la présentation  
Comparaison objective  
Auto-critique  
Leçons de solfège  
Leçons de chant  
Leçons instrumentales  
Enseignement musical général  
Exercice d'ouïe  
Entraînement au rythme  
Démonstration des erreurs et défauts  
Reconnaissance des instruments  
Dérivations de la mélodie  
Inversion de la mélodie  
Enseignement de l'harmonie  
Expérience de musique abstraite  
Duos, trios, etc.  
Contrôle de l'improvisation  
Recherches des défauts de tonalité  
Recherches des défauts rythmiques  
Accord des instruments  
Jugement du jeu d'ensemble  
Enregistrement de recitals, de chœurs et d'orchestres  
Enregistrement d'accompagnement  
Sociétés chorales  
Lutte contre le trac en scène  
Technique respiratoire  
Enregistrement pour soumission aux directeurs, producteurs et studios  
Musique folklorique et exotique  
Effets sonores spéciaux avec musique  
Accompagnement de solistes  
Musique ambiante

## C. Enseignement et apprentissage

Amélioration des méthodes d'instruction  
Formation systématique des professeurs  
Auto-critique de la façon de donner des cours  
Préparations des leçons

Enregistrement préalable de leçons  
Audition d'un enseignement  
Leçons apprises plus rapidement  
Meilleure mémorisation des formules  
Stimulation de l'intérêt en classe  
Evaluation des improvisations  
Contrôle de progrès réalisés  
Comparaison de méthodes d'enseignement  
Détermination des défauts d'ouïe  
Leçons enregistrées en cas d'absence du professeur  
Développement de l'aptitude créative  
Reconnaissance des bruits de la nature

Discours  
Répétition pour examen  
Mémorisation de vocabulaire  
Etudes de la grammaire  
Etudes de langues étrangères  
Amélioration de la prononciation  
Répétition de pièces de théâtre  
Pantomimes avec bruits de fond sonores  
Jugement de la musique  
Leçons de chant  
Enregistrement d'accompagnement musical  
Leçons de lecture  
Dictées pour leçons de sténographie et de dactylographie  
Examen uniforme en groupe  
Enregistrement d'examens oraux  
Instructions pour exercices physiques  
Accompagnements musicaux pour leçons de gymnastique  
Répétition de pièces de théâtre scolaire  
Répétition de chœurs et d'orchestres scolaires  
Enregistrement de concerts  
Bruits de fond et effets sonores

Leçons enregistrées pour élèves malades  
Réunions de parents d'élèves  
Echanges d'enregistrement entre écoles  
Commentaires pour projection lumineuse  
Hypnopédie (enseignement pendant le sommeil)  
Enregistrements de congrès de l'enseignement  
Démonstrations enregistrées pour congrès de l'enseignement  
Formation de la personnalité chez l'enfant  
Luttes contre la tendance à parler d'une voix mal assurée  
Amélioration de la confiance en soi-même  
Encouragement de l'auto-critique  
Aide aux élèves lents à apprendre  
Amélioration de l'expression et de l'argumentation

Amélioration de l'élocution  
 Formation de la voix  
 Se rendre compte des propres défauts de prononciation  
 Correction de l'élocution  
 Elimination des accents  
 Etudes de l'art oratoire  
 Rupture de l'uniformité du ton (recto-tono) et de la mauvaise articulation pendant la lecture

Indépendance vis-à-vis des horaires de programmes radiophoniques scolaires  
 Jugement préalable d'une émission  
 Enregistrements de programmes radiophoniques pour émissions différées  
 Possibilités de sélection et de réduction  
 Adaptation des programmes aux horaires  
 Conservation de parties sélectionnées pour emploi ultérieur  
 Réémission d'enregistrements historiques  
 Emission différée de conférences radiophoniques  
 Emission différée de programmes de formation générale

#### **D. Eloquence**

Elimination de l'hésitation  
 Acquisition de bonnes habitudes  
 Chronométrage des conférences  
 Amélioration de caractéristiques oratoires  
 Préparation des conférences  
 Préparation de sermons ou de plaidoiries  
 Enregistrements de la réaction de l'auditoire  
 Réunions enregistrées  
 Amélioration de l'élocution  
 Auto-critique sur l'élocution, l'expression, la conviction, la prononciation, l'intonation, la diction, la concision, l'efficacité, la clarté, etc.  
 Elimination de prononciations défectueuses, de mots favoris, etc.

#### **E. Traitement de la voix**

Lutte contre la timidité  
 Audition de prononciation parfaite  
 Méthodes de ralenti  
 Méthodes d'accélération  
 Correction de défauts d'élocution  
 Amélioration de la technique respiratoire  
 Elimination des accents

Elimination du bégaiement et du bredouillage  
 Amélioration de l'uniformité du ton  
 Rupture des mauvaises inflexions répétées

#### **F. Médecine**

Laryngologie  
 Psycho-analyse  
 Induction au sommeil  
 Usage hypnopédique  
 Bruits de la poitrine et du coeur  
 Enseignement de sourds-muets  
 Correction de défauts d'élocution  
 Instruction médicale  
 Congrès médicaux  
 Enregistrements de symptômes, anamnèses, communications, ordonnances et rendez-vous  
 Revue parlée avec articles médicaux résumés  
 Contrôle de la suite d'un traitement médical  
 Communications téléphoniques différées  
 Commentaires pendant l'opération  
 Instructions lors d'examens en masse  
 Programmes radiophoniques pour les malades

#### **G. Enseignements de sourds**

Enseignement de la perception du son  
 Musique amplifiée pour exercices rythmiques  
 Epreuves d'audition

#### **H. Aveugles**

Livres et cours enregistrés  
 Cours parlés  
 Lettres parlées  
 Leçons enregistrées  
 Réceptions et communications d'instruction

#### **I. Vie religieuse**

Préparation des sermons  
 Amélioration de l'efficacité de la parole  
 Enregistrements d'inspiration  
 Auto-critique pour étudiants en théologie  
 Enregistrements de prédicateurs renommés  
 Messages d'inspiration  
 Enregistrements de sermons pour malades et invalides, ainsi que pour les archives  
 Envois de sermons vers les endroits difficilement accessibles  
 Sermons pour mission  
 Services religieux pour vieillards  
 Services religieux pour prisonniers

Enregistrements de la musique d'orgue et de carillon pour les petites églises  
 Sermons enregistrés en cas de maladies du prédicateur  
 Enregistrements de chœurs particuliers  
 Répétition des chœurs  
 Appréciation de la musique d'orgue  
 Accompagnement de service religieux en plein air  
 Accompagnement pour les répétitions  
 Conférences et réunions  
 Réunion des Conseils de fabrique d'église  
 Enregistrements de cérémonies de mariage  
 Ecoles du dimanche  
 Congrès religieux  
 Collectes organisées  
 Kermesses  
 Lettres parlées pour personnes émigrées

#### **J. Journalistes, reportages, auteurs**

Enregistrements de reportages et d'interviews  
 Enregistrements d'idées et d'inspiration  
 Enregistrements sur place de données et d'impression  
 Enregistrements de réunions, d'allocution et de conférences  
 Instructions différées  
 Enregistrements de preuves  
 Contrôle de l'authenticité  
 Dictées d'articles et d'histoires  
 Enregistrements de comptes rendus téléphoniques de reporters et de correspondants

#### **K. Publicité et information**

Etudes de l'argumentation de vente  
 Enregistrements d'idées et d'inspiration  
 Publicité répétée  
 «Voix mystérieuse» pour stunts publicitaires  
 Annonces répétées au public  
 Explication au stand de démonstration  
 Projection lumineuse combinée à une bande sonore  
 Post-synchronisation de films  
 Musique et information à partir de cars publicitaires.

#### **L. Commerce et industrie**

Dictée de lettre et de rapports  
 Dictée pour bureaux de dactylos  
 Dictée pour dactylos «free-lance»  
 Enregistrement de réunions, conférences, discussions, rapports  
 Enregistrement de discussions, livres, brain-

storming, etc.

Enregistrement à l'intention de personnes absentes  
 Enregistrement d'expertises, d'inventaires et d'estimations  
 Instructions personnelles  
 Conversations téléphoniques à longue distance  
 Conversations téléphoniques importantes  
 Discussion avec possibilité de conséquence juridique  
 Evidences en cas de litige  
 Enregistrement de conversations d'argumentation de vendeurs expérimentés  
 Formation du personnel de vente  
 Enquêtes de marché  
 Interviews et enquêtes de porte à porte  
 Discours et conférences pré-enregistrés  
 Enregistrements oraux temporaires  
 Conversations avec candidats  
 Conversations avec personnel  
 Concours de ventes  
 Comparaisons de la copie et de l'épreuve d'imprimerie  
 Commentaires lors de projection lumineuse et de films  
 Commentaires pour graphiques et tableaux  
 Commentaires pour films muets  
 Commentaires pour films en langue étrangère  
 Cours de bourse  
 Enregistrements des offres lors des ventes aux enchères  
 Ordres téléphoniques aux courtiers en bourse  
 Enregistrements de commandes téléphoniques  
 Formations de téléphonistes  
 Musique d'ambiance  
 Musique au travail  
 Musique fonctionnelle  
 Instruction automatique en cas d'alerte  
 Etudes du temps et du mouvement  
 Rapports de production  
 Enquête scientifique  
 Enregistrements de messages et d'instructions  
 Emission de communication  
 Formation du personnel d'usine  
 Visites guidées d'usine  
 Inventaire  
 Instructions lors de montage de machines  
 Enregistrements lors d'essais  
 Comparaisons de méthodes de fabrication  
 Comparaisons du fonctionnement silencieux de certaines machines et pièces  
 Enregistrements continus d'opérations industrielles pour éviter ou faire la reconstitution d'accidents  
 Mesures du bruit  
 Dépistage de parasites acoustiques

## **M. Magasins de détails, grands magasins, expositions**

Musique d'ambiance  
Communications au public  
Slogans commerciaux et publicitaires répétés  
Système d'information ambulant  
Enregistrement de commandes téléphoniques  
Enregistrement des opinions de la clientèle  
Enregistrement des plaintes de la clientèle  
Commentaires lors de démonstrations  
Publicité sonore dans les ascenseurs, escaliers roulants et cages d'escalier  
Machines automatiques parlantes  
Formation du personnel  
Amélioration de l'argumentation de vente  
Inventaire  
«Voix mystérieuse» pour expositions et stands

## **N. Théâtres et cinémas**

Répétitions et exécutions de pièces de théâtre, concerts, etc.  
Musique de fond ou d'accompagnement et bruitage  
Dialogues ou duos artificiels  
Accompagnements enregistrés  
Luttes contre le trac  
Enregistrement de la réaction de l'auditoire  
Musique pendant les entractes  
Interludes musicaux  
Programmes publicitaires  
Post-synchronisation  
Communications répétées  
Commentaires pour projection lumineuse pendant les entractes

## **O. Hôtels et cafés**

Musique ininterrompue dans les cafés et restaurants  
Musique de danse  
Musique d'ambiance pendant les repas ou les banquets  
Enregistrement de réunions et de conférences  
Enregistrement d'allocutions  
Informations enregistrées répétées pour les hôtes  
Prêts de magnétophones aux clients

## **P. Gouvernement**

Service diplomatique  
Echanges d'instructions entre les différentes ministères et les ambassades

Enregistrement de conversations téléphoniques importantes  
Enregistrement des programmes radiophoniques pour l'information  
Enregistrement préalable de discours  
Enregistrement de discours officiels  
Enregistrements de traduction simultanée  
Enregistrement et communication de messages en code  
Enregistrement de réunions de conseil  
Service d'informations  
Pratiques des langues pour la formation de diplomates, employés, traducteurs

## **Q. Services publics**

Enregistrements et communications dans les casernes de pompiers  
Enregistrements continus des instructions dans les centrales électriques et centraux téléphoniques  
Formation des téléphonistes  
Horloge parlante et communications météorologiques par téléphone  
Informations par téléphone  
Communications rapides d'entretien téléphonique

## **R. Police et tribunaux**

Enquête judiciaire  
Travail de détective  
Enregistrement de preuve  
Enregistrement de communications aux bureaux de police  
Conversations téléphoniques  
Interrogatoire, déclarations, aveux  
Interrogatoires  
Déclarations de témoin  
Enregistrement dans les voitures de police  
Enregistrement sur place  
Dénombrement de la circulation  
Préparation de plaidoyers  
Enregistrement d'audience au tribunal  
Enregistrement de volontés testamentaires

## **S. Armée**

Instructions, ordres, communications  
Formation et examen du personnel militaire  
Présélection  
Pièces à conviction  
Conversations téléphoniques  
Reconnaissance de sons  
Signaux, bruits d'explosion et de moteurs d'avion

Enregistrement continu des communications sur les bases aériennes  
Communications répétées dans les casernes  
Enregistrement de sonneries de clairon  
Musique dans les cantines  
Répétition et représentation dans les cantines  
Répétitions des musiques militaires  
Répétitions des cliques de tambours et de clairons

#### **T. Exploration et sciences**

Enregistrement de dialectes indigènes  
Enregistrement de langues étrangères  
Enregistrement de musique et sons locaux  
Etudes des langues  
Rapports oraux d'expédition  
Musique pour indigènes des régions inexplorées  
Cris d'oiseaux, d'insectes et d'autres animaux  
Exploration sous-marine

#### **U. Agriculture**

Eloignements des oiseaux nuisibles  
Destruction des insectes et rongeurs  
Information sur l'agriculture  
Conseils d'ingénieurs agronomes  
Instructions pour le personnel  
Réveil automatique du détail

#### **V. Chemins de fer**

Distraction des voyageurs  
Informations automatiques dans les gares  
Fonctionnement automatique des portes de train

Informations automatique dans les trains  
Enregistrement continu d'instructions dans les cabines de signalisation  
Instructions au personnel

#### **W. Aviation**

Instructions  
Exercices des pilotes, radiotélégraphistes  
Etudes des signaux  
Enregistrements continus des communications entre appareils et tours de contrôle  
Preuves en cas d'accident  
Enregistrements des bulletins météorologiques, des instructions de vol, etc.  
Essais des avions  
Mesure du son dans les avions et les laboratoires

#### **X. Monuments historiques et musées**

Spectacles «Son et Lumière»...  
Guide automatique

#### **Y. Jardins publics**

Reproduction continue de musique d'ambiance

#### **Z. Musique électronique**

Enregistrements d'instruments électroniques  
Montage, accélération et ralentissement de sons enregistrés

# L'ENREGISTREMENT DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'ETUDE DE LA MUSIQUE

On a rempli de gros livres et publié d'innombrables articles dans des périodiques et des revues sur l'utilisation des magnétophones dans toutes sortes de domaines résumés dans le chapitre précédent. Malheureusement, entrer dans les détails dépasse le cadre de ce livre. Pourtant, nous aborderons ci-dessous deux domaines où le magnétophone va jouer un rôle particulièrement important et également intéressant, à savoir dans les écoles (où il est utilisé comme partie intégrante du système d'enseignement) et dans l'instruction musicale (où les magnétophones ont conduit à une large adaptation de la méthode des leçons et des études).

## L'ENSEIGNEMENT EN GENERAL

Personne ne prétendrait plus à l'époque actuelle que l'enseignement devrait se limiter à l'école à gaver l'enfant de connaissances. Tout professeur responsable, dans quelque école que ce soit, considère que ses élèves doivent *être formés* au sens large du mot *pour devenir ce qu'ils ne sont pas encore*. Les tout petits enfants sont formés pour devenir de grands enfants, les grands enfants sont préparés pour l'âge adulte et les adultes vont aux cours du soir parce qu'ils veulent améliorer leur niveau.

Le pédagogue donne les connaissances à ces gens (c'est sa première tâche) mais de façon plus générale, il les aide dans les étapes de transitions au cours de leur évolution. Ils doivent apprendre à satisfaire à des exigences plus sévères, jusqu'à ce qu'ils soient à la hauteur de leur tâche, non seulement dans leur aptitude à penser, dans leur arsenal de connaissances, mais aussi dans la façon de s'exprimer avec les connaissances acquises. Cela fait que le pédagogue joue un rôle passionnant pour la formation de leur personnalité.

Il s'est avéré que le magnétophone peut jouer un rôle très important pour la formation de cette personnalité. Cela donne de la valeur à cet appareil pour ce qui est en soi de la plus grande importance. Nous ne sous-estimons pas l'éducation dans la maison paternelle, et celle en dehors de l'école lorsque nous disons que l'école a une influence décisive sur le caractère et la personnalité de l'élève. Et le monde de demain dépendra des adultes que deviendront les élèves, garçons et filles, d'aujourd'hui.

Il s'agit ici de valeurs et d'intérêts non négligeables. Le pédagogue ne se montrera satisfait que des méthodes les plus efficaces pour atteindre son but. C'est pourquoi il accueillera avec plaisir tout nouveau moyen qui pourra l'aider efficacement pour la formation de ses élèves: pour leur



Photos 62, 63 et 64

Utilisations modernes de machines à dicter. En haut, en médecine. En bas, comme aide au contrôle en usine d'un montage compliqué. Comme le montre le document de gauche, le contrôle nécessitait auparavant la présence d'un second employé qui énumérait les opérations à effectuer. Ce travail (à droite) est maintenant effectué par une machine à dicter.





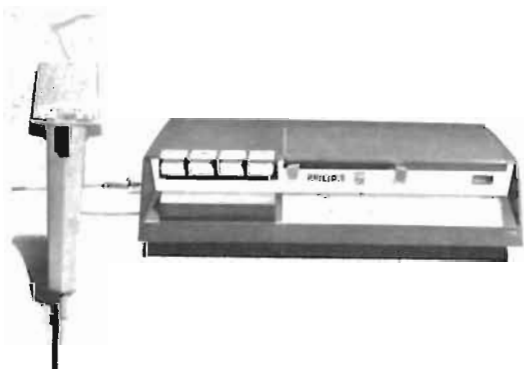
Photos 65 et 66

Pendant que sa  
secrétaire tape le  
courrier précédent, le  
chef de service est  
libre de se concentrer  
sur de nouvelles  
tâches.



Photo 67

La nouvelle machine à dicter Philips,  
type 82, commandée à distance par le  
microphone.



donner les connaissances nécessaires et pour les aider à les utiliser, en pensée, en parole et en écrit.

## Self-control

Maintenant que l'enregistrement sur bande est utilisé depuis quelques années dans le monde entier dans toutes les branches de la vie en société, nous disposons d'un tableau des buts pour lesquels il est utilisé. On voit, en effet qu'il est surtout utilisé pour à «apprendre à s'exprimer». Cela est valable pour les chefs d'état, prêtres, orateurs, hommes d'affaires, enseignants, musiciens, médecins, représentants. Nous ne voulons pas dire ici que tous ces groupes utilisent le magnétophone pour s'exercer à parler en public. Mais la fantastique possibilité de fixer les sons et de les reproduire, aussi souvent qu'on le désire, ouvre d'immenses possibilités. Elle rend possible de contrôler toutes les façons de s'exprimer. Les prédicateurs, les instrumentistes, les pédagogues, les professeurs de diction, l'hypnotiseur, comme celui qui doit convaincre le public, tous pourront ainsi étudier leur façon de s'exprimer, comme cela n'était pas possible auparavant et si nécessaire modifier ou améliorer. Il est établi que le fait de parler devant le microphone s'accompagne d'une certaine tension qui agit de façon stimulante sur le résultat. Parler devant un magnétophone n'est pas «irrévocable» comme dans le cas d'une émission de radio directe, et il y a le fait inspirateur que l'on peut écouter ensuite impitoyablement ce qui a été dit (le plus souvent de façon critique). Au début, cela donne même lieu à un certain trac, ou «microphonite», mais qui disparaît progressivement.

## La pratique

Pour en revenir à la salle de classe, pourvue entre temps d'un magnétophone, nous voyons sur l'emploi du temps toute une série de matières (sans oublier les heures libres) où cet instrument peut être utilisé pour la formation de l'élève.

Pour sa *formation générale*, une matière qui ne figure vraisemblablement pas sur l'emploi du temps, mais que nous pouvons placer avec un peu de fantaisie dans toutes les branches est celle d'apprendre à PARLER, tout seul devant la classe, dans une discussion. Le sujet n'est pas important. Ce que dit l'élève également. Importante est la façon dont il s'exprime. Pour l'enfant, ainsi que pour l'adulte, l'appareil est impitoyable mais juste. C'est une désillusion pour tous ceux qui entendent leur voix pour la première fois. Un élève qui entend l'enregistrement de sa voix entend sa diction exactement comme le font les autres. Il devient conscient de son accent, des hésitations, des accélérations, les ralentissements ou les bafouillages, comme jamais auparavant.

La désillusion est également une découverte. Et le plus tôt on la fait

mieux cela vaut. Sinon, celui qui parle mal a une désillusion ensuite dans des circonstances plus défavorables. Il remarque alors par exemple que les autres le trouvent ennuyeux, mais ne comprend pas pourquoi. Cela ne tient pas notamment à *ce qu'il* dit mais à *la façon* dont il le dit. Lui ne se rend pas compte et continue à chercher ses mots. Avec le temps, s'il n'est pas capable de comprendre ce qui lui manque, il perdra son assurance et aura beaucoup de complexes.

Supposons qu'il soit de bonne heure confronté avec ses défauts. Il les entend, et sinon c'est le professeur qui le connaît et qui le lui montrera. L'argument «mais je n'ai pas dit ça», «je n'ai jamais parlé comme ça» exprimé ou non, appartient au passé, car les moindres détails sont notés sur ce qui a été dit et comment cela a été dit.

### **L'opinion du maître reste primordiale**

Pour les jeunes enfants, il sera probablement nécessaire de procéder avec grande prudence. Pour que les enregistrements ne soient pas affectés, il peut être parfois nécessaire de les faire d'abord passer inaperçus. C'est ici que la perspicacité et l'intelligence du maître montrent leur utilité. Il est vrai qu'il ne peut jamais être remplacé par un magnétophone et sa responsabilité est bien plus grande lorsqu'il fait usage de cet appareil. Il y a certes une multitude d'applications où il peut lui-même agir plus efficacement, mais la machine reste une aide, un moyen d'éducation qui exige sa pleine attention. L'élève qui a une mauvaise élocution profite dès le début de l'image irréfutable que le magnétophone lui donne de sa voix. Avec un peu d'aide, il saura comment l'améliorer. Il se donne beaucoup de peine et est encouragé de constater qu'après un peu d'exercice il *peut* mieux faire. Les enfants lents développent ainsi leur confiance en soi. Les orateurs négligents, traînants, monotones, nerveux, trop enfantins ou même niais se corrigent en peu de temps. Dans les cas difficiles, on laisse faire seuls les élèves, en dehors des leçons, pour qu'ils puissent se trouver dans la situation d'un auditeur objectif et appliqué sans être dérangés par la présence et les réactions des autres. Les défauts réels et sérieux d'élocution sont le terrain du professeur de diction et il va de soi que ces spécialistes considèrent le magnétophone comme étant actuellement leur outil le plus important.

Se débarrasser des accents (par exemple pour les enfants élevés à l'étranger) peut être important et lorsque nous avons cité le mot «niais», on comprend parfaitement ce que peut faire un magnétophone pour l'enfant qui peut ainsi écouter tout ce qu'il a dit. Pour les enfants difficiles, l'enseignant peut ici faire des merveilles.

Il est clair qu'améliorer la capacité de s'exprimer n'est pas seulement une question d'acquérir une voix cultivée. Et une *élocution* facile et cultivée peut être extrêmement importante dans la vie de chacun.

### *Enseignement de la langue maternelle*

Dans l'enseignement de la langue maternelle, citons: les leçons de lecture (faire lire les élèves à haute voix et faire entendre à ceux-ci l'enregistrement avec ou sans commentaire (le commentaire peut également être fait par les autres élèves) les dictées, la récitation. La classe peut être divisée notamment en groupes selon la qualité. Improvisation: raconter une histoire devant le magnétophone. Développer le talent créatif: dans une ambiance de tension, faire créer aux élèves des récits, des pièces, des poèmes originaux. Faire dresser tout d'abord un plan sur le papier. De même pour des discours improvisés. Le style du récit sera meilleur car ils essayeront de parler la langue écrite. Ils apprennent à exposer succinctement quelque chose et à parler avec conviction. L'ailleurs, les enfants peuvent maintenant exercer leur sens critique d'habitude dirigé contre les autres et qui est sans inconvénient lorsque dirigé contre soi-même.

### *Langues étrangères*

Les élèves écoutent l'enregistrement d'une langue parlée par quelqu'un du pays. Ils peuvent, bien-entendu écouter la langue étrangère parlée par le professeur, qui peut éventuellement exagérer la prononciation pour plus de clarté.

L'avantage de l'enregistrement consiste ici en ce que les élèves ne sont pas distraits par la présence d'une autre personne et peuvent ainsi exercer à fond leur mémoire.

Echange international de bandes avec d'autres écoles.

### *Histoire*

Le professeur assemble lui-même des programmes passionnants. Il enregistre à la radio, chez lui, des discours importants politiques ou historiques. Les élèves peuvent aussi composer leur programme en dehors ou dans le cadre de la leçon. L'histoire devient plus vivante.

Il y a assez de biographies et de livres historiques qui fournissent des renseignements.

### *Géographie*

Le professeur enregistre des émissions étrangères à la radio. Le folklore ne peut être enseigné de façon plus vivante qu'avec des enregistrements des pays mêmes.

### *Sciences naturelles*

Diverses émissions de radio intéressantes peuvent être enregistrées par le professeur. Pendant des excursions, les chants des oiseaux ainsi d'autres bruits peuvent être enregistrés.

### *Leçons de chant*

Les élèves, grâce au magnétophone, réalisent ici des succès comme jamais auparavant. Ils comparent leur chant avec ce qu'ils entendent à la

radio, sur disque et dans les salles de concerts.

Ils sont très critiques pour les mauvais chants d'ensembles. Ils ne veulent pas être ridicules. Les accompagnements peuvent être enregistrés de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un piano dans la classe. Le professeur peut faire cela chez lui. La femme du professeur peut également enregistrer une ou deux chansons, un moyen sûr de capter l'attention des élèves. Les chœurs et le chant canon peuvent être enregistrés en plusieurs étapes sur la bande.

### *Leçons de musique*

On peut étudier soi-même, s'exercer avec l'accompagnement sur la bande, lutter contre le trac, comparer ses propres résultats avec les exécutions radiophoniques, juger son progrès par comparaison, acquérir le sens du rythme, danser avec un accompagnement préparé à l'avance, enregistrer et reconnaître les styles des compositeurs.

### *Culture musicale*

Apprendre à apprécier la musique pour la formation générale. Apprendre à reconnaître les instruments. Il est aussi très important d'être capable de reconnaître les styles des compositeurs.

### *Enseignement de la dactylographie*

Les dictées sont enregistrées à l'avance. Il n'est plus nécessaire au professeur de crier pour couvrir le bruit des machines à écrire. Pour les examens dans cette branche, le manque de machines rend souvent nécessaire l'examen par groupes et en répétant fréquemment la dictée, on ne peut éviter des vitesses différentes. Mais si la dictée a été enregistrée, elle peut être entendue par tous les candidats à la même vitesse. S'il y a controverse au sujet de certains mots dictés, il suffit pour éclaircir tout malentendu. Pour la mise en page, le tic-tac d'un métronome est enregistré puis reproduit fort, ce qui est important pour d'autres examinations.

### *Enseignements audio-visuel*

Avec le magnétophone, des textes et de la musique peuvent être enregistrés et rejoués avec des projections de diapositives en couleur, de films muets et de films sonores avec commentaires dans une langue étrangère. La bande enregistrée à l'avance rend inutile une tribune éclairée pendant la projection.

### *Pièces pour la jeunesse*

L'improvisation lorsqu'on utilise un magnétophone permet d'obtenir beaucoup dans la classe et encore plus en dehors de celle-ci. L'effort personnel et l'activité pendant les loisirs en sont stimulés. Les sons peuvent être mélangés. Les rôles peuvent être distribués par le professeur ou par les élèves eux-mêmes.

### *Radio scolaire*

Les programmes émis ne s'adaptent pas toujours à l'emploi du temps. De plus, on veut sélectionner les leçons d'après leur convenance et leur longueur. Le magnétophone offre toutes les possibilités pour adapter, abréger et compléter par d'autres explications les programmes, ainsi qu'on le désire.

Les bandes peuvent aussi être conservées et prêtées à d'autres classes.

### *Echange national*

Les écoles peuvent également échanger les bandes entre elles, par exemple des programmes de leur propre composition, ainsi que les pièces et les enregistrements remarquablement bien réussis par un professeur. Les programmes faits par les élèves eux-mêmes peuvent avoir comme thème: l'école, la ville, les événements locaux.

### *Echange international*

Echange entre écoles de bandes qui sont composées dans la langue du pays en question par des élèves avec ou sans l'aide du professeur. C'est surtout le domaine en langue anglaise qui est important. Il existe aussi des associations pour un tel échange, par exemple la Fédération Internationale des Chasseurs de son, qui contribue ainsi au développement international de l'amitié et de la compréhension.

### *Appréciation des résultats scolaires*

La détermination du progrès réalisé par une classe est souvent nécessaire. C'est un grand avantage pour le professeur que de pouvoir établir ce progrès à l'aide de bandes magnétiques. Une étude comparative lui donne des renseignements qu'il n'aurait pu autrement jamais obtenir.

### *Diverses applications*

Des passages des enregistrements réalisés en classe, peuvent être reproduites aux soirées pour professeurs et parents. Etude des rôles pour les représentations scolaires.

Enregistrements des exécutions scolaires pour les archives. Enregistrement par les élèves de programmes spéciaux d'hommages pour les jubi-lés de l'école ou des professeurs, avec la collaboration des anciens élèves. Enregistrement à l'avance de l'accompagnement musical pour les représentations. Magnétophone emporté dans les excursions et les voyages de l'école. Passage des bandes enregistrées lorsque les professeurs sont absents ou malades. Enregistrer les leçons pour les élèves malades et contribuer à leur progrès.

C'est à la fantaisie du professeur qu'est souvent laissée la possibilité de rendre intéressant le magnétophone dans son enseignement. Pour l'élève, non seulement les leçons ont plus de valeur, mais également sont plus intéressantes et vivantes.

Un gros avantage est que le professeur peut également étudier chez lui avec le magnétophone et préparer ses leçons à l'avance grâce à lui.

### **Le laboratoire de langues**

Un développement très important qui s'est manifesté dans le domaine de l'enseignement a été l'apparition de ce qu'il est convenu d'appeler le *laboratoire de langues*. Son utilisation s'accroît constamment, non seulement dans les écoles secondaires, mais aussi dans toutes sortes d'établissements professionnels. Ce système d'entraînement intensif à l'étude des langues étrangères a pris naissance aux Etats-Unis au cours de la seconde guerre mondiale, par suite du besoin pressant d'apprendre rapidement aux militaires à parler couramment une autre langue.

Le système spécial développé dans ce but comprenait l'équipement des classes de langues avec des magnétophones. Aujourd'hui, on compte plusieurs milliers de laboratoires de langues aux Etats-Unis.

Cette méthode d'enseignement des langues est adoptée actuellement, non seulement outre-Atlantique, mais dans le monde entier, l'expérience acquise depuis les premières réalisations ayant permis des progrès sensibles. Il est possible que le principal facteur d'amélioration ait été l'apparition du magnétophone moderne multipistes.

Dans un laboratoire de langues, les élèves sont placés en arrière de pupitres disposés en rangées, chaque pupitre étant muni d'un magnétophone incorporé; les élèves sont séparés les uns des autres par des parois absorbantes. Le professeur conduit son cours de son propre pupitre, séparé de ceux des élèves. Indépendamment de son magnétophone, chaque élève dispose d'un microphone et d'écouteurs téléphoniques. Le professeur peut faire son cours en s'adressant à ses élèves par l'intermédiaire de son microphone, pouvant également reproduire une bande enregistrée par une personne native du pays dont la langue est enseignée. En même temps, chaque élève lit les mots et les phrases indiquées dans le manuel qu'il a devant lui et entend ceux-ci avec leur prononciation; au cours d'une pause appropriée, il essaie ensuite d'imiter le mieux possible la prononciation correcte. L'exemple du professeur et l'imitation de l'élève étant enregistrés par le magnétophone de l'élève, celui-ci peut donc contrôler l'exactitude de sa propre prononciation. C'est là que repose la grande valeur pratique du système. L'élève qui peut comparer de lui-même les deux enregistrements est à même de reconnaître immédiatement les défauts de sa prononciation et y remédier sur l'heure.

Dans l'ancien système, la diminution croissante du nombre des professeurs et l'augmentation constante du nombre des étudiants font que le temps qui peut être réservé à chaque élève est très court. De même, les commentaires oraux du professeur sur le travail d'un élève particulier

doivent se faire pendant ce temps, tous les autres élèves de la classe devant se contenter d'écouter. Grâce aux laboratoires de langues, cet état de choses devient maintenant du passé. Chaque élève peut maintenant poursuivre ses écoutes et ses imitations sans interruption. Séparé de ses voisins par des parois insonores, il n'est pas distrait par le son d'un autre magnétophone et peut ainsi se concentrer sur son propre travail.

L'utilisation de bandes préenregistrées dans le laboratoire de langues libère le professeur de faire lui-même son cours. Il peut ainsi porter toute son attention à contrôler et à corriger la prononciation de l'élève, les fautes éventuelles de grammaire, etc. Une série de commutateurs sur le panneau placé devant lui, lui permet d'écouter et, si nécessaire, de s'adresser à chaque élève séparément, tandis qu'un deuxième magnétophone peut enregistrer un fragment du travail de chaque élève et reproduire ces enregistrements à toute la classe avec les commentaires du professeur.

Il est à peine besoin de souligner que la bande reproduisant la voix du professeur peut être passée aussi souvent qu'on le désire. Les bandes utilisées peuvent être, soit enregistrées dans le laboratoire, soit provenir d'une source spécialisée. Il existe également des bandes concernant la terminologie particulière à certains domaines ou sujets, permettant à ceux qui les utilisent de devenir rapidement familiers avec les expressions en question.

Les élèves étudiant de telles bandes peuvent travailler individuellement dans leur propre «cabine».

Le texte écrit étant continuellement sous les yeux de l'élève, celui-ci apprend à lire et à parler la langue et à la comprendre lorsqu'on la lui parle. Indépendamment du laboratoire, des leçons sont données dans une classe normale pour la grammaire et l'écriture de la langue.

Techniquement, le laboratoire de langues peut avoir un caractère très simple. Cependant, le système le plus efficace est celui que nous avons décrit, c'est-à-dire avec des magnétophones pouvant enregistrer aussi bien le texte original que l'imitation par l'élève de ce qu'il entend, simultanément sur des pistes séparées. Pour compléter une leçon, l'élève peut écouter en même temps les deux pistes, comparant sa propre prononciation à celle du professeur et l'améliorant là où il juge nécessaire.

## ETUDE DE LA MUSIQUE

Les pédagogues musicaux ont su déjà obtenir à l'aide des magnétophones de remarquables résultats. Il est apparu qu'il y avait un nombre incroyable

d'avantages et de possibilités pour l'utilisation d'un tel appareil dans les salles des écoles de musique, aussi bien pour les études des professionnels que pour les amateurs. Ci-dessous seront traités séparément les applications «études personnelles» et «études avec des professeurs».

### Etudes personnelles

Dans les études des musiciens professionnels, le magnétophone s'avère une aide que l'on ne doit pas sous-estimer et qui économise beaucoup de temps et d'énergie.

Lorsque l'on joue d'un instrument de musique, on doit notamment faire normalement 3 choses en même temps:

1. Lire à l'avance la partition
2. Jouer correctement ce qui y est marqué
3. Ecouter le résultat.

Pratiquement, ce dernier point est souvent dans le vague. C'est également un fait connu que des gens sont à même de se faire une idée du timbre, du naturel et de l'interprétation de leur propre jeu. L'étude d'amateurs éclairés, de musiciens professionnels et de solistes consiste, outre l'étude de la technique pure, pour la plus grande partie à étudier à bien écouter leur propre jeu. La qualité de celui-ci est en effet l'essentiel quand on fait de la musique!

L'utilisation du magnétophone permet à l'exécutant de se consacrer entièrement au deux premières tâches; lorsqu'il a enregistré son exécution l'écoute peut s'effectuer après avoir joué et il peut être objectif envers soi et se concentrer complètement. En pensant (ou en notant sur un papier) la critique de son propre jeu, il peut déterminer exactement quels sont les passages qui méritent plus d'attention. L'étude et la répétition peuvent être limités exactement à ce qui est nécessaire. C'est ici qu'intervient l'économie de temps et d'énergie.

Il est important de trouver la façon dont cette forme d'étude musicale personnelle peut être le mieux adaptée individuellement. On remarque les résultats après un temps étonnamment bref. A côté de cet usage plus général du magnétophone, il existe encore des possibilités d'utilisation spéciale que nous citerons brièvement:

a) *L'étude d'une partie solo pour des concerts.* Pour apprendre à bien jouer un concert (cela est valable en particulier pour le piano), l'étude avec l'accompagnement est indispensable. Avec un magnétophone, on peut enregistrer un accompagnement approprié, d'orchestre ou autre, et le reproduire aussi souvent qu'on le désire. On n'a donc plus besoin d'un second pianiste (pour l'étude de concerto de piano, on a toujours besoin

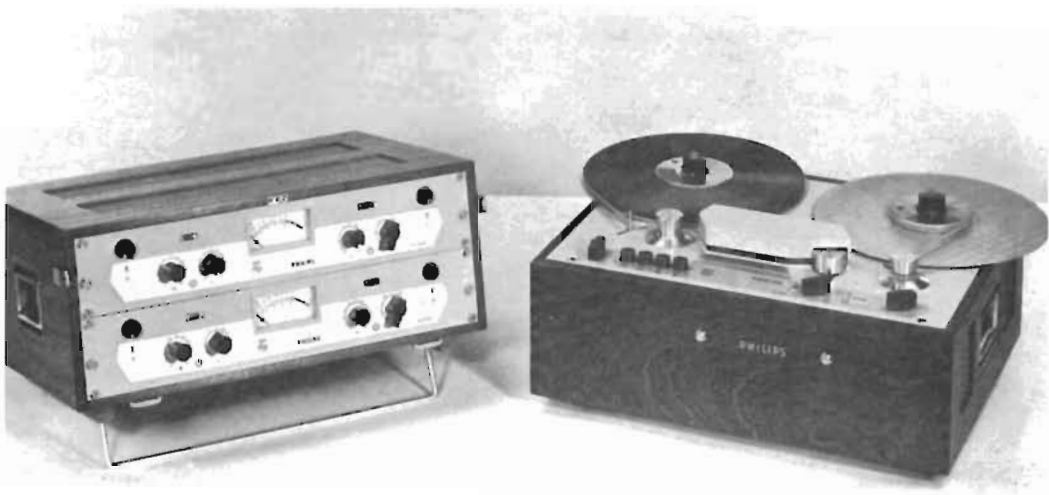


Photos 68 et 69

Deux des magnétophones stéréophoniques professionnels Philips à qualité studio.

En haut: console à amplificateurs incorporés.

En bas: modèle portable avec amplificateurs séparés.

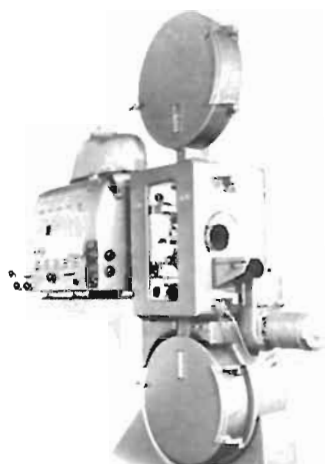




Photos 70, 71 et 72

Le son dans le système Todd-AO est enregistré sur six pistes magnétiques sur un film de 70 mm.

En haut: synchronisation du son et des images pour l'opérette „Oklahoma” (Magna Theatre Corporation). En bas: le projecteur universel Philips 70/35 mm et la tête magnétique de lecture pour quatre ou six pistes sonores.



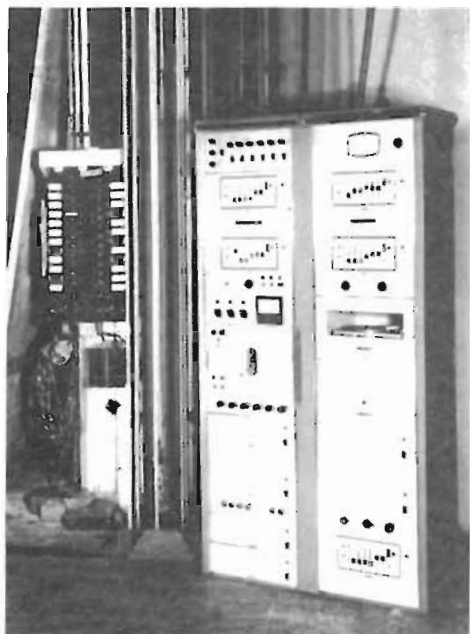


Photo 73

Installation réverbérante pour utilisation dans les théâtres, etc.

Photo 74

Magnétophone automatique pour utilisation dans les magasins pour la reproduction continue d'annonces publicitaires. L'appareil est branché sur un réseau de diffusion comprenant des haut-parleurs dans les différents rayons.



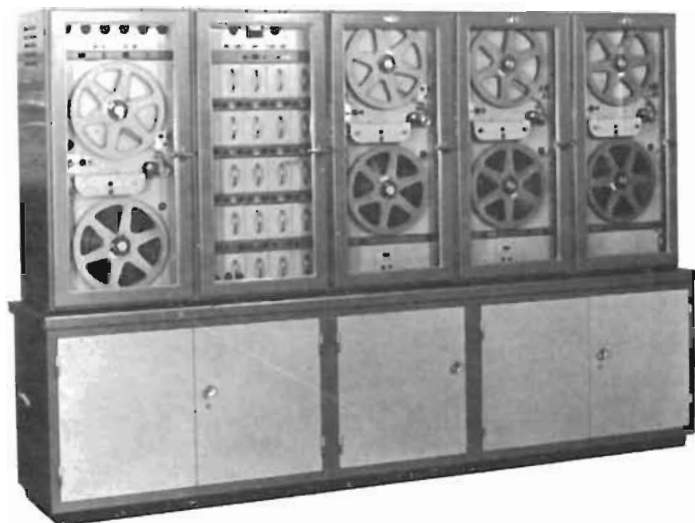


Photo 75

Le compositeur néerlandais Henk Badings (à droite) au cours d'un enregistrement en studio de musique électronique.

Photo 76

Magnétophones continus en service dans les aéroports. Les messages échangés entre les avions et la tour de contrôle sont enregistrés simultanément sur 15 pistes sur bande très large.



d'un pianiste supplémentaire et donc d'un instrument supplémentaire). Il en est de même pour les concertos pour deux instruments; de plus, on peut ici jouer soi-même à l'enregistrement la contre-mélodie.

b) *Jeux d'ensemble.* Les caractéristiques particulières du magnétophone sautent immédiatement à l'oeil. Jusqu'ici, le membre d'un ensemble ne pouvait obtenir une idée exacte de ce que donnait réellement le tout, car sa participation indispensable au trio, au quartette, au quintette, etc. l'empêchait. En enregistrant l'exécution et en critiquant l'ensemble, beaucoup de temps et d'énergie sont épargnés dans cette forme de musique et de meilleurs résultats sont obtenus ainsi plus rapidement.

c) *Lutter contre le trac.* Le magnétophone peut libérer en grande partie le soliste futur du trop fameux trac. Au début, on a, en jouant devant le magnétophone, plus ou moins le même sentiment de quelque chose d'irrévocable que sur la scène; enregistrant de façon répétée et en s'habituant à la méthode, on sera plus tranquille également de ses propres résultats (qui seront toujours meilleurs après cette étude critique). Cela est très important surtout pour les jeunes solistes. Ils n'ont que peu l'occasion d'apparaître eux-mêmes sur la scène en public et le magnétophone, en temps que phase intermédiaire, peut donc souvent signifier la solution pour acquérir de l'assurance.

d) *Enregistrement de la radio.* Ici s'offrent de nombreuses possibilités. On fait passer par exemple un enregistrement de la radio et sa propre interprétation d'un morceau déterminé successivement sur une bande. La constatation des différences est extrêmement instructive. Il est également possible pendant la reproduction de jouer soi-même avec la bande. On apprend beaucoup en faisant cela à plusieurs reprises.

e) *Evaluation des études.* Comme pour l'enseignement général, il est devenu possible, en faisant repasser des bandes enregistrées antérieurement, d'apprécier les progrès réalisés. Plus cette méthode est connue et plus elle est considérée comme instructive.

## **Enseignement**

Pour rechercher les avantages particuliers des magnétophones dans l'enseignement musical, on doit au moins distinguer entre 3 catégories (nous nous basons ici principalement sur les élèves de piano):

- a. Les débutants (jusqu'à 5 ans d'étude environ)
- b. Les pianistes éprouvés qui veulent rester amateurs
- c. Les élèves professionnels.

Nous suivrons ici quelques principes directeurs contrôlés par la pratique.

### *a. Débutants*

Enregistrer et écouter un morceau étudié. Faire alors compter l'élève ou le faire frapper avec un triangle. Faire rechercher par l'élève lui-même ses fautes et les marquer dans la partition. Parler à l'élève de son interprétation.

Pour une nouvelle oeuvre à étudier, faire jouer l'élève à une main et enregistrer. Reproduire et faire jouer avec l'autre main. Cela est très intéressant et plus instructif que la manière habituelle. Il y a là un certain sport auquel tout élève est sensible.

Cette méthode (enregistrer d'abord une certaine partie et compléter ensuite par l'autre) peut également être utilisée de façon intéressante à 4 mains, pour les chansons avec accompagnement, pour les gammes et les études. De cette façon, les élèves apprennent à suivre quelqu'un d'autre, ce qui est *essentiel*. Ils comprennent la nécessité de continuer à jouer avec les autres et de ne pas attendre tranquillement de connaître à fond le passage difficile. De plus, l'élève se rend comptes des fauts qu'il fait et ne les attribue pas aux autres.

Pour améliorer et développer l'oreille, le professeur joue quelques notes ou une courte mélodie. A la reproduction, l'élève doit dire de quel ton il s'agissait.

Les élèves écoutent un morceau enregistré successivement sur la bande, tout d'abord joue par le professeur et ensuite par l'élève. Pour celui-ci, la différence de sonorité de force et de frappe est beaucoup plus évidente que s'il jouait simplement lui-même.

### *b. Elèves avancés*

Avec les élèves instrumentistes avancés, on distingue généralement deux catégories, à savoir ceux qui ont de l'assurance (et critiquent sévèrement les résultats des autres) et les modestes (qui ont tendance à être trop critiques envers eux-mêmes). On ne doit pas sous-estimer l'influence que chacune de ces deux attitudes peut avoir sur les progrès des élèves. Il est donc extrêmement utile que les élèves puissent juger leur exécution et celles des autres et le magnétophone apporte à nouveau ici une aide admirable.

Le sens critique aigu de ceux qui ont de l'assurance fonctionne aussi automatiquement lorsqu'ils écoutent brusquement leur propre jeu sur le magnétophone. Tous pratiquement en reçoivent un choc (car naturellement leur jeu est beaucoup moins bon qu'ils ne le pensaient) et cela exerce une bonne influence sur leurs études. Elles deviennent mieux orientées et plus sérieuses. Par contre, les modestes entendent que leur jeu n'est pas tellement mauvais: ils entendent ce qui les émerveillait dans le jeu des autres et qu'ils prétendaient ne pas avoir. Le magnétophone leur redonne confi-

ance. Mieux que les mots encourageants du professeur, ils sont encouragés à étudier assidûment, car ils se rendent davantage compte que cela en vaut la peine. D'ailleurs, le travail avec le magnétophone est, dans les grandes lignes, le même pour les élèves avancés que pour les débutants et l'étude personnelle. L'appréciation des progrès réalisés par les élèves individuels ainsi que ceux des groupes a une grande valeur.

Il est important pour le professeur qu'il fasse d'abord exécuter entièrement à l'élève le morceau, sans devoir retenir les fautes. Remarquer les fautes ne se produit que lorsque l'enregistrement est rejoué. Pendant l'exécution, il n'y a donc pas lieu de gêner l'élève qui ne sera pas déconcerté. A la reproduction, il est également facile de s'arrêter et de faire entendre encore une fois à l'élève une faute peu évidente.

### *c. Elèves professionnels*

A côté de la plupart des possibilités traitées déjà ci-dessus, le magnétophone offre à l'élève professionnel l'occasion de se préparer à sa tâche future comme professeur de musique. Pour un tel élève, on peut enregistrer une leçon *complète* d'un débutant (celui-ci ne sera pas distrait pendant la leçon), les parties d'une telle leçon pouvant également être importantes. Le futur professeur doit alors pouvoir dire quelles sont les fautes se trouvant dans l'enregistrement et comment il apporterait une amélioration.

Pour les futurs professionnels qui travaillent le solfège, le magnétophone est idéal pour les exercices d'oreille et les dictées. Le nombre de fois qu'il sera nécessaire de rejouer l'enregistrement avant que la dictée soit notée donne une mesure intéressante pour constater les progrès. Egalement l'enregistrement de la voix de l'élève pendant les exercices pour la pays. Ils peuvent, bien-entendu, écouter la langue étrangère parlée par le professeur. Pendant des excursions, les chants des oiseaux ainsi d'autres consiste à corriger l'élève au fur et à mesure qu'il chante.

### LES CHASSEURS DE SONS

Le magnétophone est pour l'amateur d'enregistrement ce qu'est la caméra pour l'amateur de photo ou de cinéma. En fait, les membres de ces associations et clubs sont, sans exception, des enthousiastes de cette nouvelle forme de passe-temps: la chasse aux sons. Les chasseurs de sons ou les amateurs de bandes magnétiques ne sont pas, contrairement à ce que l'on pense parfois, des gens possédant un magnétophone pour enregistrer en premier lieu le bruit des tremblements de terre et des avions à réaction, puis à les reproduire à plein volume et de façon aussi réaliste que possible. Ce sont des amateurs qui s'intéressent à une utilisation significative et aussi parfaite que possible de l'enregistrement et de la reproduction sonore. Quoiqu'il y ait parmi eux divers techniciens spécialistes, les membres des clubs sont généralement des profanes dans la technique de l'enregistrement.

Le but principal pour un chasseur de sons est de réaliser de bons enregistrements sonores d'amateurs. Un second côté important de leur activité est la «lettre parlée» ou, plus généralement, l'échange d'enregistrements avec d'autres, soit sur le plan national, soit sur le plan international.

#### Au plan international

Dans le monde entier les associations de chasseurs de sons existent maintenant dans de nombreux pays. Ils sont généralement organisés de façon locale ainsi que nationale. Une grande association anglaise, fondée en 1955, comprend par exemple 150 clubs dans toutes les villes et villages, avec un nombre de membres variant de 10 à 100 par club. Les membres discutent et exercent leur passe-temps en réunions, rendent ensemble visite aux studios d'enregistrement, interviewent les personnalités intéressantes, produisent des images sonores et des documentaires sur les sujets historiques et actuels intéressants, synchronisent le son avec les diapositives en couleurs et les films d'amateurs, font des enregistrements d'exécutions musicales et d'événements sportifs et jouent souvent également un rôle dans la radiodiffusion locale pour les malades. En outre, ils organisent des démonstrations de ce que l'on peut faire avec un magnétophone, des démonstrations de divers types d'appareillages: magnétophones, microphones, haut-parleurs, amplificateurs, mélangeurs, appareils de synchronisation, etc.

Ils font des concours et participent aux compétitions nationales et internationales du meilleur enregistrement sonore. Ceux qui sont intéressés techniquement construisent eux-mêmes les microphones et les baffles de haut-parleurs, ou introduisent de nouvelles possibilités aux appareils en leur possession.

En Europe, les organisations nationales d'Allemagne, d'Angleterre, d'Autriche, de Belgique, du Danemark, de France, de Norvège, des Pays-Bas, de Suède et de Suisse sont réunies dans la F.I.C.S. (Fédération Internationale des Chasseurs de Sons). Celle-ci organise annuellement la grande compétition internationale, le C.I.M.E.S. (Concours International du Meilleur Enregistrement Sonore) qui est tenu également dans l'un des pays participant en collaboration avec la radiodiffusion. Beaucoup de stations de radio ont des programmes réguliers pour les chasseurs de sons, qui diffusent également les bandes couronnées de succès. Les envois se placent dans diverses catégories:

a. *Montages* (pièces images sonores, sketches, etc. durée maximale 15 minutes.

b. *Documentaires et reportages*, durée maximale 10 minutes.

c. *Musique ou paroles* (solo vocal ou instrumental, orchestres choeurs, poèmes, chansons folkloriques, imitations, monologues etc.), durée maximale 4 minutes.

d. *Enregistrement d'actualités* (instantanés sonores, voix étranges, moments historiques), durée maximale 4 minutes.

e. *Expériences techniques* (trucs, montages, etc.) durée maximale 4 minutes.

f. *Ecoles* (bandes des écoles utilisant des magnétophones en classe), durée maximale 15 minutes.

Les membres des clubs déploient, à côté des soirées de travail et des excursions, bien d'autres activités qui se rapportent à leur passe-temps. Ils éditent souvent leurs propres revues et les amateurs constituent ensemble des archives sonores de musique spéciale ou de bruits de fond qui peuvent être utilisés pour réaliser des programmes sur bandes. Une activité typique en provenant de leur passe-temps est l'édition d'un périodique sur bande qui par exemple paraît aux Pays-Bas avec la régularité d'une horloge (Phonorama) et circule parmi les membres. Les abonnés peuvent entendre ce qui peut être fixé difficilement par écrit, et qui instruit et les inspire. Il y a quantités d'indications pratiques pour la réalisation d'enregistrements qui sont illustrées de façon «audible».

Une grande organisation internationale qui a ses contacts dans la plupart des pays est le «World Tape Pals». Ici, la prédominance va à la correspondance par lettre parlée et le slogan de W T P (fondé en 1952) est «La paix mondiale n'est qu'une question de compréhension». Le registre des membres comprend plus de 25 000 noms de 64 pays! Pour chaque nom est indiqué: profession et adresse, âge, passe-temps, modèle et vitesse

de l'enregistreur et, pour les échanges internationaux, la connaissance des langues des membres. On choisit donc son correspondant et ami (ou amie), on lui écrit ou on lui envoie une carte postale pour savoir si sa correspondance est bien venue, puis on lui expédie la première bande. Ainsi naît une forme très personnelle et intéressante de contacts entre deux hommes qui ne se sont jamais rencontrés personnellement et vivent souvent dans des parties différentes du monde. Il y a un code d'honneur: on doit en quelques semaines répondre à une bande par une autre!

### **L'expédition des bandes**

Dans la plupart des pays, il existe des tarifs postaux spéciaux et bas pour l'expédition de lettres parlées et autres bandes sonores. Des étiquettes doivent indiquer clairement qu'il s'agit ici d'expédition de «rubans magnétiques d'enregistrement» sans valeur commerciale; que le paquet peut être ouvert par la douane et que le port éventuel de retour est garanti par l'expéditeur. Pour les lettres parlées, des bobines de 8 cm sont souvent utilisées, bobines qui, emballées dans une petite boîte simple mais solide, sont glissées dans un sachet à échantillon et fermé par une agrafe. Les bureaux de poste peuvent fournir d'autres détails et tous les renseignements sur les prescriptions.

Chasseurs de son, Soundhunters, Tonband-freunde, Tape Pals et Tapespondents ont tous une chose en commun: ils sont pris sans exception par leur fascinant hobby: le voyage sur la bande sonore magnétique. . . .

## MACHINES A DICTER

La bande magnétique convient particulièrement pour l'utilisation dans les machines à dicter. Grâce à la possibilité d'effacement, son emploi est bon marché et quoiqu'un appareil à dicter ne soit pas construit pour la musique, la possibilité d'une bonne qualité de reproduction de la parole est également très important.

La forme la plus facile d'utilisation de la bande magnétique dans les machines à dicter est l'emploi de chargeurs. La bande est ainsi complètement fermée et n'a pas besoin d'être insérée. Dans les bureaux, il est également plus facile, en pratique, de manier ou d'expédier les chargeurs. De plus, on exigera d'une machine à dicter la sûreté de fonctionnement et la facilité de manoeuvre. Une secrétaire ou une dactylo n'est pas technicienne, et l'homme d'affaire qui dicte préférera avoir aussi peu que possible de boutons à manipuler.

Dans l'enregistrement de la dictée, les appareils modernes sont actionnés depuis le microphone. Celui-ci comporte un commutateur arrêt-marche, un commutateur pour l'enregistrement et un commutateur pour le rebobinage rapide. Lorsque l'on place le premier dans la position départ, sans avoir enfoncé le commutateur d'enregistrement, la dictée est reproduite *par le microphone*: il n'est donc pas nécessaire de toucher à l'appareil proprement dit pendant que l'on dicte, à moins que l'on ne désire embobiner rapidement. Comme le montre ce qui précède, il est ainsi extrêmement simple de faire des corrections. On appuie légèrement sur le commutateur de rebobinage placé dans le microphone et l'on démarre à nouveau à l'emplacement désiré sur la bande.

En règle générale, un petit apprentissage est nécessaire pour utiliser une machine à dicter. Celui qui dicte doit peser soigneusement ses phrases avant de les confier à la bande. Une fois qu'il sait bien les formuler et une fois vaincue la première hésitation à parler dans le microphone, les avantages apparaissent rapidement: on peut se concentrer totalement sur le thème, et l'écoute de ce que l'on a dit auparavant est beaucoup plus facile que de demander à la secrétaire de relire sa sténo, on est plus libre dans le choix des moments où l'on dicte, la secrétaire peut rester en permanence à son travail et dispose ainsi davantage de temps pour s'occuper d'affaires auxquelles elle ne touchait jamais auparavant, etc.

Une machine à dicter est disponible 24 heures sur 24 et le chargeur contenant la dictée peut être tapé par n'importe quelle dactylo.

Pour le choix d'une machine à dicter, un facteur important est, surtout

pour les petits bureaux, de pouvoir utiliser le même appareil pour la dictée que pour l'exécution du travail. On obtient ainsi un rendement maximal. En outre, dans de nombreux cas, on désire pouvoir brancher toutes sortes d'accessoires sur l'appareil, comme un commutateur à pédale pour démarrer et s'arrêter (éventuellement à remplacer par un commutateur de machine à écrire pour les mêmes fonctions) et un casque ou un petit haut-parleur spécial pour l'écoute de la dictée par la secrétaire. Pour celui qui dicte, une bobine téléphonique pour l'enregistrement des conversations importantes et un préamplificateur pour l'enregistrement des conférences, comportant plusieurs personnes, est souvent exigé.

Outre les bureaux, les machines à dicter ont également pénétré dans les entreprises et les laboratoires, les magasins, les salles d'attente des médecins, des juristes et des architectes, en bref partout où l'on doit pouvoir enregistrer rapidement divers rapports et données, et où l'on a de nombreuses interruptions dans la dictée. C'est surtout par ce dernier facteur qu'est déterminée la place particulière occupée par la machine à dicter dans la foule des magnétophones.

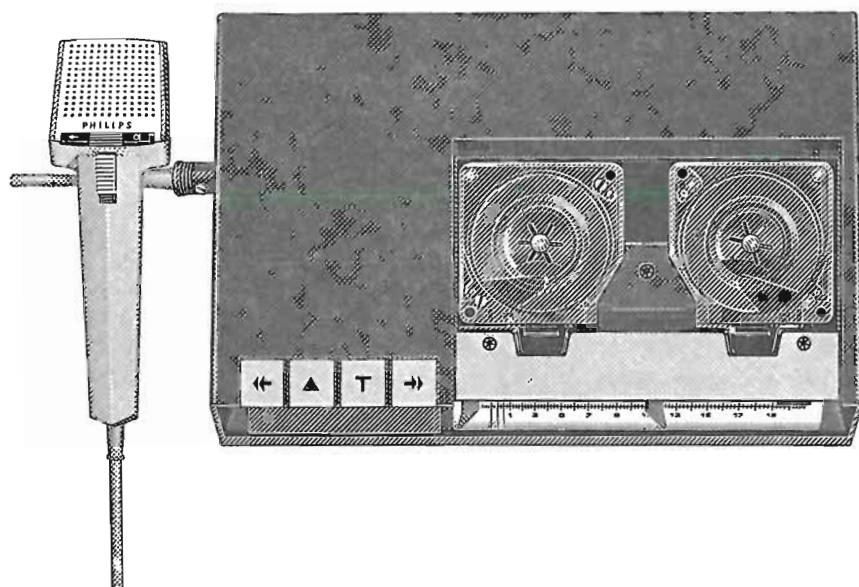


Fig. 57. Machine à dicter moderne avec petit chargeur pour bande. Durée de la dictée:  $2 \times 20$  minutes. Démarrage-Arrêt, enregistrement et reproduction peuvent être commandés depuis le microphone. Ce dernier fonctionne également comme haut-parleur reproducteur.

### **PARTOUT PRESENT DANS LE MONDE: L'ENREGISTREMENT MAGNETIQUE**

Nous avons parlé principalement dans ce livre du magnétophone, tel qu'il est utilisé dans la salle de séjour, mais aussi dans la plus grande partie de centaines d'applications semiprofessionnelles et professionnelles, c'est-à-dire sous une forme petite et compacte. Cependant, il y a certains domaines professionnels où les qualités exigées de l'enregistrement magnétique rendent nécessaire l'exécution d'un appareillage spécial. Pour en donner une idée et également pour montrer comment nous sommes entourés de plus en plus dans notre monde sonore par les applications habiles de l'enregistrement nous allons faire un court voyage dans les studios, les aérodromes, les grands magasins, les cinémas, les bureaux et autres places où les bandes magnétiques remplissent d'importantes fonctions en ce qui concerne l'enregistrement, la communication, les informations, les loisirs et l'exécution efficace d'une profession.

#### **Enregistrement professionnel dans les studios**

Des exigences particulières de qualité sont imposés aux installations d'enregistrements dans les studios de radio et de sonorisation. Outre que des vitesses de bande plus élevées sont utilisées couramment (78 ou 38 cm par seconde) seuls sont pris en considération des mécanismes d'entraînement très stables et précis. L'appareillage électronique ne peut donner aucune distorsion et doit pouvoir subir facilement des mesures et être interchangeable. En principe, les amplificateurs sont doublés, de sorte que l'on peut commuter immédiatement sur l'ampli de réserve en cas de panne éventuelle. Les modulomètres et les indicateurs de durée d'enregistrement sont nécessairement de la plus grande précision possible. Les enregistrements de disques sont actuellement fixés tout d'abord, sans exception, sur bande. Ce n'est qu'après montage et correction éventuelle que l'on passe à la gravure des copies originales de la matrice. Par suite des développements stéréophoniques des dernières années, les enregistrements sont faits sur plusieurs pistes sonores. Les gros magnétophones de studio interviennent dans toutes les exécutions stéréophoniques, parfois avec des bandes sonores plus larges que la normale, qui est de 6,25 mm.

Une autre catégorie de magnétophones professionnels est constituée par les magnétophones portatifs de qualité «studio». Ces derniers sont aisément emportés sur le lieu d'enregistrement en dehors du studio et sont spécialement construits dans ce but.

## **Le son dans les studios de cinéma et de télévision**

La réalisation d'enregistrements sonores dans les studios de cinéma et à la télévision pose des exigences particulières. Le son doit ici notamment être toujours considéré en liaison avec l'image et l'on doit prendre des mesures pour une bonne synchronisation.

Les magnétophones utilisés sont du type dit «perfotape» ce qui signifie que la bande est transportée sur des cylindres dentés comme dans les projecteurs de cinéma. Les bandes magnétiques sont pourvues de perforations et dans la plupart des cas ont la même largeur que le film (35 ou 16 mm). Il est ainsi possible de faire défiler simultanément avec précision l'image et le son et, comme cela est nécessaire dans les studios de cinéma, de faire ensuite une copie combinée sur une bande de film.

Des problèmes spéciaux naissent du fait que divers éléments du son (musique, dialogue, bruit de fond) sont assemblés d'abord dans les studios à un stade ultérieur de la production. L'appareillage est ainsi assez important et compliqué, et les liaisons entre les différents locaux d'enregistrement ne sont pas toujours très simples. En outre, les signaux sonores sont acheminés par des pupitres de mélange, où les directeurs de l'enregistrement et les ingénieurs du son doivent pouvoir exécuter ou apprécier toutes les interventions artistiques et techniques.

### **Reproduction sonore au cinéma**

Beaucoup de choses ont changé dans la cabine de projection des cinémas depuis l'introduction de nouveaux systèmes comme le cinémascope, le Todd-AO, etc. pour lesquels non seulement un caractère plus spectaculaire a été donné à l'image, mais où l'on a aussi utilisé largement les possibilités techniques. Le son sur la bande de film est souvent enregistré sur plusieurs pistes et peut contribuer dans de grandes proportions, par une reproduction séparée effectuée par des groupes de haut-parleurs distincts, au déroulement du film dans les trois dimensions. Dans un système de film large comme le Todd-AO, la bande de film large de 70 mm ne comporte pas moins de 6 pistes sonores magnétiques. Ces pistes sont lues dans le projecteur par une tête magnétique et le son est acheminé à travers des amplificateurs séparés vers les haut-parleurs placés derrière l'écran et dans la salle. Il est encore question ici de la reproduction séparée des graves et des aiguës, au moyen de types spéciaux de haut-parleurs. Dans ce but, des filtres séparateurs sont incorporés dans les amplificateurs. La photo 72 représente la tête magnétique d'un projecteur de cinéma.

### **Installations spéciales de théâtres**

Dans les grands théâtres comme à la Scala de Milan, on utilise des appa-

reils électroacoustiques de réverbération, en plus des magnétophones professionnels pour les effets sonores et de grandes installations stéréophoniques assurant une bonne distribution du son dans la salle. Ces appareils de réverbération fonctionnent selon le principe de l'enregistrement magnétique et sont conçus de telle sorte qu'ils peuvent conserver le son pendant quelque temps. Pour cela, à intervalles déterminés, plusieurs têtes magnétiques sont disposées qui reproduisent le son enregistré avec un certain retard. Ces «retards» sont acheminés vers les groupes de haut-parleurs correspondants dans la salle et l'on peut s'imaginer que des durées de réverbération plus courtes ou plus longues peuvent être obtenues en modifiant le réglage de l'appareil à réverbération. Cela peut donner aux spectateurs l'impression d'une durée plus courte ou plus longue de réverbération, selon la nature de l'oeuvre exécutée. Dans le chapitre portant sur l'acoustique, nous avons également vu que l'exécution d'un concert pose notamment à la salle des exigences d'acoustique totalement différentes que pour une représentation théâtrale.

### **Appareils à copier**

Pour la copie d'un grand nombre de bandes sonores, il existe des multiplificateurs ou appareils à copier spéciaux. D'une part, ces derniers doivent être tels que la qualité sonore ne diminue pas après la multiplication, et d'autre part la production de bandes de musique doit pouvoir s'effectuer rapidement afin de pouvoir concurrencer le pressage de grandes quantités de disques.

La vitesse moyenne à laquelle cette copie a lieu aujourd'hui est environ 8 fois plus grande que celle utilisée lors de la reproduction de la bande.

Les bibliothèques d'aveugles utilisent fréquemment de tels appareils pour copier les livres écrits et les revues.

### **Magnétophones automatiques**

Pour des applications spéciales comme la reproduction permanente des annonces dans les grands magasins (dans les ascenseurs, etc), on utilise souvent des magnétophones prévus pour ce but, qui sont branchés sur une installation de sonorisation. Les appareils de reproduction utilisés dans les représentations «son et lumière» de popularité croissante rendent nécessaires des dispositifs spéciaux avec relais et branchements alternatifs vers différents groupes de haut-parleurs.

### **Musique électronique**

Selon une définition, la musique électronique est la musique qui est produite par la reproduction d'enregistrements fragmentaire montés artificiel-

lement et obtenus avec la bande magnétique. Ces enregistrements peuvent être constitués par des bruits naturels où des vibrations synthétiques qui sont produites par des appareils électroniques ou électronico-mécaniques et peuvent consister en combinaison des deux origines et sont ou non modifiés à l'avance.

Pour la production des vibrations, on fait grand usage de générateurs A F et autres, de sorte que l'on dispose d'un choix de possibilités combinées avec les magnétophones dans la variation de la hauteur du son, du timbre, de l'intensité et de la durée.

La plupart des compositeurs de musique électronique font appel pour leurs expériences aux facilités techniques de la radiodiffusion ou des laboratoires électroacoustiques des fabricants.

### **Enregistreurs en continu**

Sur les aérodromes sont utilisés depuis quelques années des installations importantes d'enregistrements pour enregistrer en continu les communications entre les avions en vol et les tours de contrôle. On désire ici pouvoir enregistrer plusieurs conversations et signaux simultanément et les interruptions doivent être exclues. Ces exigences ont conduit à des installations qui peuvent enregistrer simultanément 15, 6 ou 4 pistes sonores et dont le fonctionnement est entièrement automatique. De grandes bobines sont utilisées avec la bande, bobines pouvant enregistrer sans interruption par exemple pendant 12 heures. Un second appareil se met ensuite automatiquement en service. Un signal de temps est également enregistré sur la bande, et permet de pouvoir vérifier de très importantes données en cas d'irrégularités ou de catastrophes éventuelles au voisinage des aérodromes. On trouve d'autres applications des magnétophones continus dans les centrales électriques et les centraux téléphoniques. Pour l'enregistrement et la répétition de certains messages, comme les messages de la météo sur les aérodromes, il existe des magnétophones pouvant enregistrer au maximum pendant 30 mn et pouvant reproduire au besoin en continu ou après un signal extérieur.

### **La mémoire magnétique**

Dans les calculatrices électroniques (ordinateurs) l'action de la mémoire est effectuée par des impulsions fixées magnétiquement. Les signaux de commande pour le fonctionnement automatique des machines, des presses, etc. sont fixées sur la bande sous forme de signaux magnétiques de telle sorte qu'ils peuvent être utilisés, combinés avec des relais, pour une commande précise des dits appareils.

Dans les avions, les fusées et les satellites artificiels se trouvent des magnétophones branchés sur les instruments. Au sol, on enregistre mag-

nétiqnement les résultats des mesures qui sont émis par ces aéronefs, souvent sans équlpage.

Quotidiennement, on découvre dans la science et dans l'industrie de nouveaux exemples d'opérations qui peuvent être exécutées au moyen des magnétophones de façon plus efficace, meilleure et plus rapide.

### **Piste sonore magnétique sur les films étroits**

Il n'y a pas longtemps, on a également réussi à monter sur un film étroit pour amateur (8 mm) une piste sonore magnétique. Pour cela, le film encore non exposé est muni à l'usine d'une étroite bande d'oxyde de fer, qui reste intacte au développement et que l'amateur peut, par la suite, sur le projecteur munir d'un enregistrement sonore. Jusqu'ici, seuls quelques types de films étroits étaient prévus pour cela. L'étroite bande d'oxyde de fer peut également être appliquée après le développement du film.

### **Enregistrement magnétique des images**

Encore au moins une grande révolution est à prévoir sans aucun doute dans la technique de l'enregistrement: lorsque les méthodes et les appareils existants pour l'enregistrement magnétique des images pourront suffisamment être simplifiés pour que l'on puisse en profiter en dehors des studios de télévision. Momentanément, ce système appelé enregistrement vidéo, épargne un énorme travail aux techniciens des studios de TV et rend superflu le traitement chimique du film utilisé précédemment pour la «mise en conserve» de certaines émissions de télévision. Le gain de temps est également un facteur important. On pense ici seulement à la possibilité de faire repasser et de contrôler immédiatement l'enregistrement.

Il est encore trop tôt pour discuter des possibilités de l'enregistrement vidéo; on attendra le moment où l'on réussira à fabriquer un appareillage moins coûteux et moins compliqué.

Cependant, il est certain que d'ici peu nous serons à même de pouvoir enregistrer d'une simple pression sur un bouton l'image télévisée du récepteur de notre salon. N'avons-nous pas parlé dans l'introduction de ce livre du caractère «merveilleux» de l'enregistrement magnétique?



## MONOGRAPHIES PHILIPS

- Cette série de monographies tend à traiter des sujets de tous les domaines de la radio et de l'électronique.
- Parmi les sujets traités: technologie de la radio, fidélité audio, problèmes de transmission et de réception par radio et télévision, magnétophones, relais à C.C., antennes, réception des ondes courtes, transistors dans les circuits de logique et dispositifs électroniques de mesure.
- Ecrits pour le technicien aussi bien que pour l'étudiant.
- Un grand nombre de titres pour intéresser l'amateur fervent et le profane curieux.
- Amplement illustrés.

### Deja publiés dans cette série:

#### M1 G. Vergnet, LES MAGNETOPHONES MODERNES

188 pages, 162 illustrations

Ce livre est destiné à tous ceux qui désirent se familiariser avec la technique du magnétophone et ses applications les plus courantes. Parmi les plus importantes applications, nous mentionnons: la dictée du courrier, reportages à l'extérieur, enregistrements de réunions familiales, enregistrements à haute fidélité ou stéréophonie, sonorisation de films d'amateur, enregistrements de musique, etc.

La table des matières traite des problèmes suivants:

l'enregistrement, la bande magnétique, le mécanisme destiné au défilement de la bande magnétique, les microphones, enregistrement à partir de disques, contrôle de l'enregistrement, effacement, reproduction de bandes déjà enregistrées, utilisations spéciales du magnétophone, machines à dicter, enregistreurs professionnels.

#### M2 A. H. Bruinsma, MONTAGES A RELAIS A COURANT CONTINU

98 pages, 66 illustrations

L'électronique a pris un essor considérable dans les dix dernières

années créant de nouvelles possibilités d'utilisation des relais. Ce petit livre se propose d'apporter une contribution à une meilleure compréhension et une vue générale des possibilités d'application des relais à courant continu pour montages commandés ou programmés.

La table des matières comprend les chapitres suivants: données générales des relais à courant continu, la commande d'un relais, le retardement d'un relais, l'enclenchement de courte durée d'un relais, montages séquentiels commandés, montages oscillants, quelques montages spéciaux.

### M3 H. W. Fricke, L'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE DES OSCILLOGRAMMES ELECTRONIQUES

108 pages, 74 illustrations et 8 pages avec photographies hors texte

A une époque d'automatisation croissante dans presque tous les domaines de l'industrie et de la technique, l'électronique a acquis une grande importance, permettant de trouver des moyens de mesure et d'enregistrement de plus en plus perfectionnés. L'oscilloscope à faisceaux électroniques a pris une place considérable. Le grand avantage des oscilloscopes électroniques est qu'il permet une évidence des oscillogrammes exposés. L'enregistrement photographique des oscillogrammes était auparavant une opération délicate nécessitant, avec un appareil photographique ordinaire, une certaine expérience personnelle.

Aujourd'hui, des caméras spéciales sont disponibles et on peut enregistrer rapidement et facilement des photos vue par vue et en défilement continu jusqu'aux plus grandes vitesses.

Nous mentionnons les chapitres suivants de la table des matières: avantages de l'enregistrement par rapport à l'observation directe, l'écran fluorescent, les couches photosensibles, la caméra d'enregistrement, la prise de vue, quelques indications pratiques, la luminosité d'image, la vitesse d'inscription, etc.

### M4 D. J. W. Sjöbbema, LES ANTENNES

Antennes de réception FM et TV

110 pages, 98 illustrations

Ce livre se propose de familiariser le lecteur avec les principes de la technique des antennes. Une grande sensibilité, la possibilité de ré-

ception des ondes courtes et une bonne reproduction du son, requièrent une antenne répondant à des conditions déterminées et montée d'une manière correcte.

Le lecteur intéressé trouvera peu de formules mathématiques dans ce livre, mais un grand nombre de formes de construction et les solutions de problèmes tels qu'il s'en présente dans la pratique de l'installation des antennes.

La table des matières traite des problèmes suivants:

la transmission d'énergie de l'émetteur au récepteur, l'antenne de réception, le choix et l'installation de l'antenne de réception, la liaison entre l'antenne et le récepteur, les atténuateurs, installation d'une antenne collective pour plusieurs canaux de T.V.

## M5 C. G. Nijsen, LE MAGNETOPHONE

Un manuel complet de l'enregistrement par magnétophone

142 pages, 57 illustrations, et 30 pages avec photographies, une planche dépliant

Tous ceux qui désirent accroître leurs connaissances sur le magnétophone, ses possibilités et ses principes de base trouveront une ample documentation dans ce livre. Le lecteur désireux de faire ses propres enregistrements trouvera les données théoriques et pratiques pour réaliser ses projets.

Avant tout, c'est un livre pratique traitant de l'un des aspects les plus passionnants de l'électronique.

La table des matières traite des problèmes suivants: qu'est-ce que le son?, enregistrement et reproduction du son, le magnétophone et ses caractéristiques, acoustique, stéréophonie, choix d'un magnétophone, conseils pour effectuer des enregistrements, le rôle du magnétophone dans l'éducation et dans l'étude de la musique, un «hobby»: l'enregistrement sur bande de magnétophone, machines à dicter, l'enregistrement magnétique conquiert le monde.

## M6 G. Slot, QUALITE DU SON

Conditions auxquelles une installation de reproduction du son de grande qualité doit satisfaire

156 pages, 61 illustrations et 26 tableaux

Ce livre traite du problème de l'obtention d'une haute qualité de reproduction du son. Après avoir amplement considéré le «problème»

dans le premier chapitre, l'auteur traite, dans le deuxième chapitre, des spécifications techniques: coefficient de corrélation, puissance, distorsion, caractéristique de reproduction, hauteur du son, bruits de fond, etc. Dans les chapitres suivants sont successivement décrits: la distorsion non-linéaire, les réponses en fréquence, la modification de la hauteur du son. Deux chapitres sont consacrés à la stéréophonie et à l'ambiophonie. Finalement, l'auteur s'occupe de la classification des systèmes et de l'usage de l'équipement. La table des matières traite de la spécification technique, des caractéristiques de fréquences, de la distorsion non-linéaire, de la modification de la hauteur tonale, des bruits parasites, de la stéréophonie, de l'ambiophonie.

## **TECHNIQUE DU SERVICE RADIO**

Six livres qui ensemble forment un manuel sur la réparation des récepteurs de radio sont consacrés à l'important chapitre du radio service. Ils sont tous écrits dans un langage simple facilement accessible. Chaque livre traite d'un sujet particulier, chaque chapitre étant suivi par un court résumé, accompagné d'un certain nombre de questions dont le but est de vérifier si le lecteur a compris ce qu'il a lu. Les principes théoriques sont traités seulement là où cela a été absolument nécessaire. Le fonctionnement du récepteur radio est très clairement décrit, ainsi que l'utilisation des appareils de mesure, le dépiage et la réparation des défauts les plus communs; beaucoup de diagrammes techniques sont interprétés.

### **M7 E. J. Black, COURANT CONTINU ET MAGNETISME**

115 pages, 92 illustrations

Extrait de la table des matières:

Electricité, résistances, piles et accumulateurs, magnétisme, instruments de mesure

### **M8 E. J. Black, COURANT ALTERNATIF ET ACOUSTIQUE**

110 pages, 86 illustrations

Extrait de la table des matières:

Le courant alternatif, inductance, capacité, acoustique

### **M9 E. J. Black, TUBES ELECTRONIQUES ET TRANSISTORS**

### **M10 E. J. Black, AMPLIFICATEURS AUDIOFREQUENCE**

### **M11 E. J. Black, INSTRUMENTS DE MESURE**

### **M12 E. J. Black, DEPANNAGE DE RADIORECEPTEURS**







## LE MAGNETOPHONE

### **Un manuel complet de l'enregistrement magnétique et de ses nombreuses possibilités**

Le livre «Le Magnétophone» est écrit d'une manière simple, en un langage bien clair. L'examen des sujets traités montre le souci d'informer complètement le lecteur sur la théorie et la pratique de l'enregistrement personnel.

L'auteur examine les équipements de prise et de reproduction du son du double point de vue de la technique et de l'art pour faire connaître, sous une forme assez succincte, les nombreux résultats d'une longue expérience. Cela s'applique par exemple aux chapitres spéciaux sur l'acoustique et la stéréophonie, «terres inconnues» des non-initiés, mais faciles à explorer sous sa conduite.

L'auteur a participé, par ses travaux ou comme membre du jury, à diverses compétitions internationales et il connaît à fond les applications des enregistreurs magnétiques. Les tableaux indiquent les propriétés de ces équipements, les causes de dérangement et la mise au point; un lexique de termes techniques contient aussi bien des idées pratiques à appliquer. Ce sont les documents les plus complets actuellement publiés sur ces sujets.

«Le Magnétophone» est avant tout un livre écrit pour la pratique sur une question d'actualité brûlante dans le domaine de l'électronique. Mais, la théorie n'a pas été oubliée. Aussi, les techniciens du son et tous ceux qui sont sans cesse désireux d'augmenter leur savoir pourront en situer encore mieux les bases lorsqu'ils auront lu ce livre.