

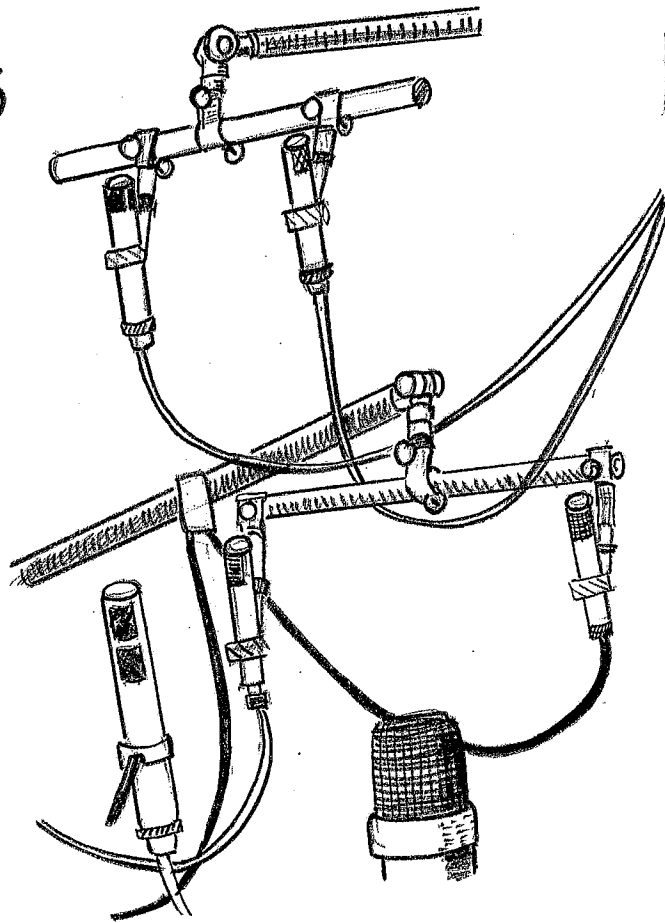
Carl CEOEN

Aspects techniques et artistiques de la

PRISE DE SON MODERNE

Février
Mars 1973

N°65



GAM

BULLETIN DU GROUPE D'ACOUSTIQUE MUSICALE

UNIVERSITÉ PARIS VI • TOUR 66 • 4 Place Jussieu • PARIS 5°

GROUPE D'ACOUSTIQUE MUSICALE

Laboratoire d'Acoustique

Université de PARIS VI - Tour 66. 5^e étage
4 Place Jussieu - 75230 PARIS CEDEX 05

Paris, le 6 Mars 1973

BULLETIN N° 65 : deux réunions

- 1°) ASPECTS TECHNIQUES ET ARTISTIQUES DE LA PRISE DE SON (Carl CEEN) le 30 janvier 73
- 2°) ASPECT SPATIAL DE LA PRISE DE SON (Carl CEEN) le 26 Février 1973.

Etaient présents à la réunion du 30 Janvier 1973

M. le Professeur SIESTRUNCK, Président;
M. le Doyen GAUTHIER, Directeur de l'U.E.R. de Mécanique
M. LEIPP, Secrétaire général; Melle CASTELLENGO, Secrétaire.

Puis, par ordre d'arrivée :

M. LELOUX (RTB); M. GEUENS (RTB, prof. à l'IAD); M. DEWEVRE (rédacteur Electro-Acoustique); M. BOUSSEAU (Elève maître à l'ENI); M. de FREYSSEIX (Dir. Collection Musique et traditions du monde); M. CHENAUD (président de l'AFARP); M. CONDAMINES (Laboratoire d'acoustique ORTF); M. DESCOUT (CNET-ETA); M. SKARICIVO (Prof. Lycée ZAGREB) et MME SKARICOIGA (Prof. Faculté de ZAGREB); M. F. FORET (compositeur); Melle CHIRON (institutrice); M. AUGÉAREAU (Etudiant); Mme NIEKY (Phonothèque Nationale); M. MONIZEL (opérateur du son); M. Christian BRIGUET (Technicien audiovisuel); M. HAN (Technicien); Mme et M. LEQUEUX (Ingénieur et IDEN); M. Félix MARGUÉ (Réalisateur musical, Radio Luxembourg); M. SIEBENALER (Ing. du son); M. DESMET (Chef de service RTB); M. REMOUIT (ing. adjoint ORTF); M. BELGE (Musicien modulateur RTB); M. BARBAT (Ingénieur ICET); M. CHARDONNIER (PRTF); M. DUBEAU (Etudiant); M. TOURSIERE (ORTF); M. GENET VARCIN (Chimiste); M. LEMINEZ (Instituteur EN); Melle JOLINDON (Institutrice Ecole Normale); M. CASSAN (ORTF); M. LARACINE (Labo Acoustique ORTF); M. Luc ETIENNE; M. SACCO (Etudiant en Musique); M. LEOTHAUD (Assistant Institut de Musicologie); M. COUSSEMONT (Preneur de son); M. FREDERICH (Preneur de son DECCA). M. DROUIN (Etudiant en Musique); M. A. LOQUET (Etudiant Musique); Melle BERTHELOT (Etudiante Musique); Melle SCHOUTAN (Etudiante Musique); M. BRASO (Preneur de son); M. CERTES (Directeur Technique DECCA); M. DERARBAT (Etudiant Ecole Vaugirard); M. BENOIT (Technicien DECCA); M. SILVA FLAVIO (Etudiant); M. FONTAS (Etudiant); M. POHLT (Banque); M. MOUSSEAU (disques RCA); MM. BROCHARD, PERROT (étudiants); M. GEAY (musicien); M. TROTTIER; Melle TERREE (Etudiante); M. OUNA (Traducteur musical); M. DUCARME (Ingénieur); M. GATIGNOL (Maître-Assistant en Mécanique); M. MULLETTIN (Maitre-assistant); M. GAUDIBERT (pianiste, compositeur); M. LUC (Etudiant); M. REVAULT (musicien); M. VERZENI (Prof. Musique); le Dr PERROT (Musicologue); Akira TAMBA, (compositeur CNRS); M. HUBLIN (ORTF); M. DEMARS (prof. Math); Dr POUBLAN (médecin biologiste); M. FAYEULLE (Chef de la fanfare à l'OPERA); M. CHARLIN (constructeur); M. KOPFF (Ingénieur); M. VIVE (Etudiant); Mme CHARNASSE (CNRS); M. DAUMAS; Melle BEGINE (étudiante); M. GUIRAUD (Ingénieur d'agriculture); M. GILQTAUX (disques); M. BATISSIER (Secrétaire général SIERE); M. DUCHATELLE (Etudiant vidéophonie); Mme OTTIE (Chef de travaux CNAM); M. J.J. BERNARD (professeur Université PARIS VI); M. CLERE; Mme Geneviève NOUFFLARD (flûtiste); M. BOURGOIS-MILLER; M. PHILIPPOT (Conseiller scientifique ORTF); M. SOLE (Ingénieur électronicien); Dr KADRI (Orthophoniste); Mme FULLIN (Prof. VIENCENNES). M. BESNAINOU (électronicien); Mme Fernando AUDIARES; M. SURUGUE (Centre d'études Traditions orales ORSTOM); M. GRAVRAND (Enseignant); M. ROSTOLLAND (Ing. CNRS); M. GERNET (électronicien); M. BARNU; M. HELT (Tx son); M. BOURGOIN (agent technico-commercial); M. J.S. LIENARD (attaché de recherche CNRS)

REUNION DU 26 FEVRIER 1973

M. le Professeur SIESTRUNCK, pris par ses tâches professionnelles n'a pu se joindre à nous, de même M. le Doyen GAUTHIER.

Etaient présents :

M. LEIPP (Secrétaire général) et Melle CASTELLENGO (secrétaire)

Puis, par ordre d'arrivée :

M. J.S. LIENARD (CNRS); Mme BOREL MAISONNY (Orthophoniste); Melle Françoise LEIPP (Orthophoniste); M. DEWEVRE (Journaliste scientifique ; Prof. à l'ADI); M. GILOTAUX (disques); M. JARAUD (Etudiant); M. F. FORET (compositeur); M. SOLA (Chef opérateur du son); M. TOURSIERE (Chef opérateur du son); M. HELT (technicien du son); M. TREMPÉ (Technicien sup. ORTF); M. AUGEREAU (Musicien); M. BOUNEAU (Etudiant); M. LEOTHAUD (assistant PARIS IV); M. LEMINEZ (instituteur); Melle JOLINON (institutrice); Melle RADKIEWICS (Etudiante PARIS IV). M. DUCHATELLE (Etudiant VAUGIRARD); M. HUBERT (technicien Sup. ORTF); Melle LE LANN (institutrice); Melle SOULEZ (institutrice); M. DUPREY (architecte); M. BOURGOIN (technico commercial); Melle MILLER (orthophoniste-psychologue); M. SKOP (ingénieur); M. DAUMAS; M. DUBEAU (Etudiant); M. MULLETIN (Assistant); M. POLLET (E. BANQUE); M. PLASSARD (Etudiant); M. KOPFF (CEBTP); Dr POUBLAN (Médecin biologiste); M. DROUIN (Etudiant Musique); M. GATIGNOL (Maitre assistant Mécanique); M. COUSSEMONT (Ing. du son); M. LEBOEUF (Professeur Musique); M. BER (Ing. son; Prof. à l'INSAS); M. FREDERICH (preneur de son); M. GERNET (électronicien); Mme CHARNASSE (CNRS); M. OUNA (Traducteur musique); Melle D. CHIRON (Institutrice); M. SOLE (Ingénieur électronicien); M. SIMANE (ingénieur); M. CHARDONNIER (ORTF); M. MOIROUD (Disques DECCA); M. GRAVRAND (enseignant); M. CASSAND (ORTF); M. CIVATTE (violoniste); M. SAIEB (musicien, ethnomusicologue);

PERIODIQUE : 6 Numéros annuels

Imprimeur : Laboratoire de Mécanique Université PARIS VI

Nom du Directeur : M. le Prof. SIESTRUNCK

N° d'inscription à la commission paritaire : 46 283.

COMMUNICATION : aux amateurs d'orgue, je signale la parution récente de l'ouvrage monumental sur les facteurs d'orgues STIEHR-MOCKERS, qui comme l'ouvrage sur les CALLINET, représente une documentation unique où l'auteur s'est donné la peine d'aller aux sources et qui rend justice à une dynastie de facteurs d'orgues aussi compétents que beaucoup d'autres, dont les instruments sont aussi nombreux que peu connus..... Cet ouvrage est l'oeuvre du Professeur MEYER-SIAT, agrégé de l'Université, Docteur de l'Université de Strasbourg. Voici le titre exact :

P. MEYER-SIAT - les STIEHR-MOCKERS, Facteurs d'orgues.

Ouvrage publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique
Editeur : Société d'Histoire de l'Eglise d'Alsace (1972) Haguenau - Dans le cadre des "ARCHIVES DE L'EGLISE D'ALSACE" Tome XX (1972-73) Nelle Série; TOME XXXVI de la série complète.

De telles publications sont tellement rares qu'elles valent la peine d'être signalées, d'autant plus qu'elle renferme essentiellement des documents originaux que l'auteur a recherchés et qu'il ne s'agit pas d'une compilation d'écrits plus anciens...

E. LEIPP.

NOTE

En raison de multiples difficultés survenues au cours de la fabrication du bulletin N° 65 de M. CEOEN, les figures n'ont pu être insérées dans le texte. De plus, 4 planches de sonagrammes, tirées à l'extérieur nous sont parvenues avec du retard, alors que le bulletin était déjà agrafé. Il nous était matériellement impossible de tout dégrafer, reclasser et réagrafer !...

Nous vous prions de bien vouloir nous excuser et nous pensons que l'intérêt que vous prendrez sûrement à la lecture du compte-rendu vous fera oublier ces petits désagrément.

E. LEIPP et M. CASTELLENGO

P.S. Le bulletin est complet ; l'indication 2° partie , qui figure en haut de chaque page a été imprimée par erreur.

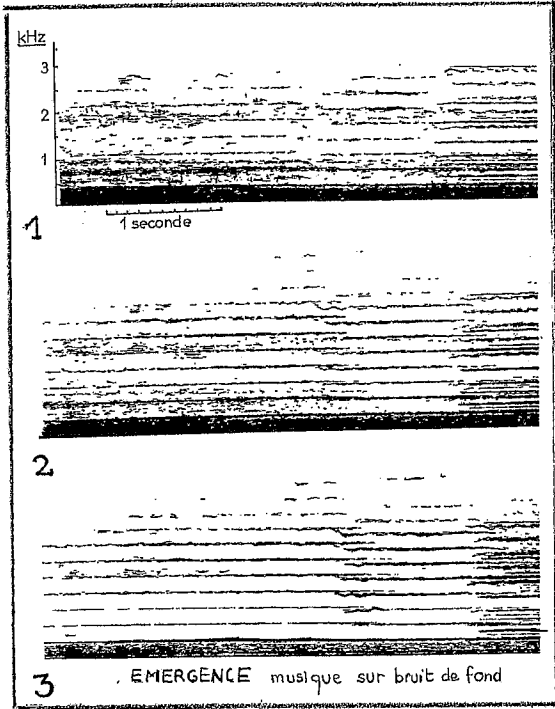
a. Émergence musique sur bruit de fond.

rapports musique sur bruit 1) +4 dB 2) -2 dB 3) -8 dB. Analyse en bande étroite (45 Hz)

En 1, le bruit de fond (circulation) est intense dans les basses fréquences (jusqu'à 500 Hz) et couvre en partie certains harmoniques (vers 800 et 2000 Hz). On perçoit tout de même bien la mélodie.

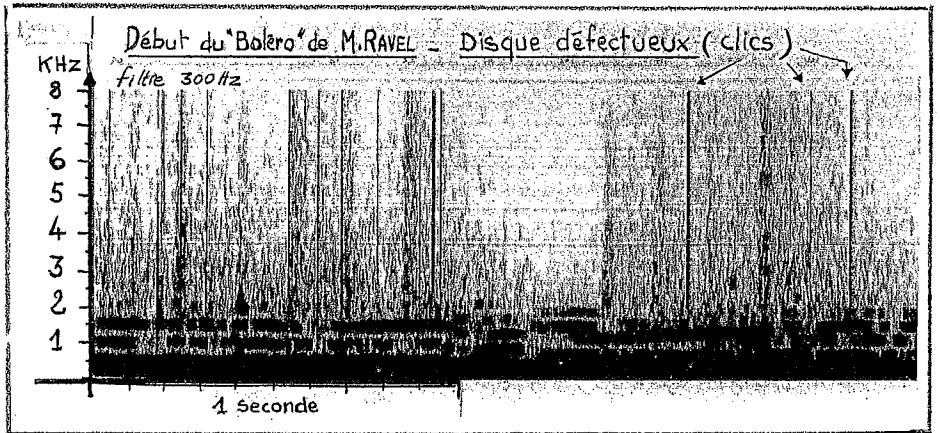
En 2, émergence plus nette des raies musicales; des finesses (glissando de transition, vibrato) commencent à paraître.

En 3. Bien que le bruit de fond soit encore notable, il n'est pratiquement plus gênant car il se situe en dehors de la zone spectrale de la musique, dans le cas considéré.



b. Disque défectueux. "clics"

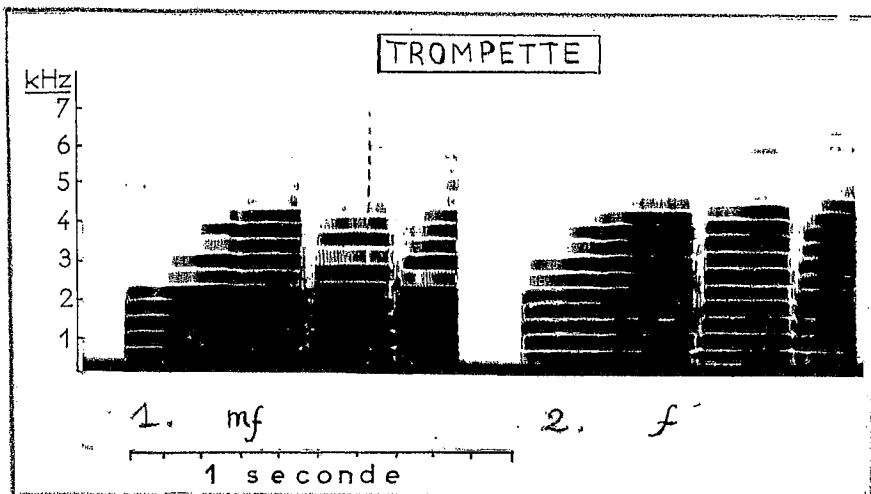
Analyse en bande large (300 Hz). Sur le sonagramme comme à l'audition, les clics ne se confondent pas avec les chocs des instruments à percussion produisant le rythme du boléro. Ce sont autant de fines hachures verticales couvrant une très large bande de fréquence (1000 à 8000 Hz et au delà), d'une durée très brève (1 à 2 ms), qu'il est pratiquement impossible d'éliminer. La gêne provoquée par les clics dépend de l'attitude psychologique de l'auditeur.



c. Trompette - mf - f

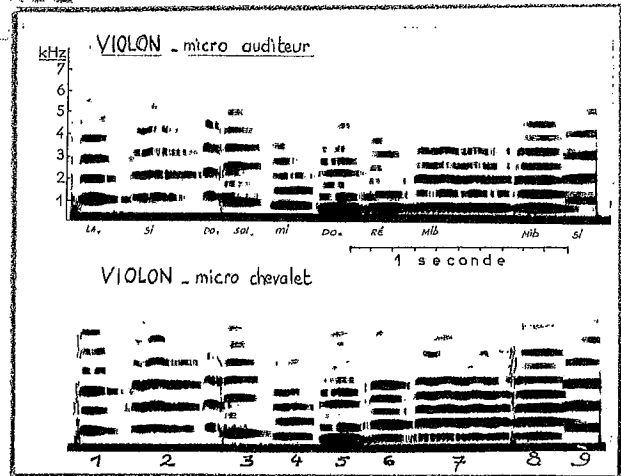
analyse en bande large - 300 Hz

Les nuances d'intensité d'un instrument comme la trompette ne se traduisent pas seulement en dB. Bien que ramenés au même niveau sonore, deux extraits joués en mf et en f seront toujours différenciés par la composition spectrale et l'attaque. En 1 (mf) l'énergie est concentrée dans les 5 premiers harmoniques et la durée d'attaque est plus grande.



d) Violon - Analyse en bande large (300 Hz)

micro chevalet : le timbre du violon est plus aigu, plus "criard", on entend plus les d'attaque. On voit bien, sur l'analyse inférieure, que l'intensité des harmoniques situés entre 1000 et 3000 Hz est beaucoup plus considérable. Par contre, le fondamental est affaibli (Voir les notes 6, 7, 8 et 9). On voit nettement le bruit d'archet du premier et de l'avant-dernier son.

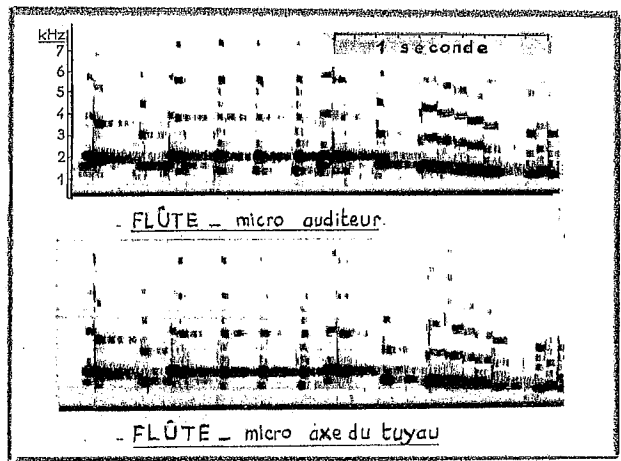


e) Flûte - Analyse en bande large (300 Hz)

la phrase mélodique analysée ci-contre, extraite de "Pierre et le loup" de Prokofiev, se situe dans le registre aigu (3 octaves de la flûte).

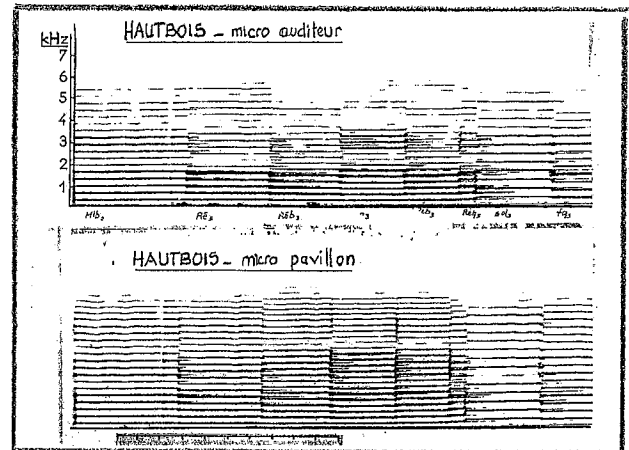
micro auditeur : le son est plus clair (harmoniques aigus plus intenses) mais on entend plus distinctement le partiel grave sur lequel l'instrument quinte.

micro axe du tuyau : moins d'aigu. fondamental plus intense. Bruits de clés plus accusés. La différence aurait été plus nette dans le registre grave.



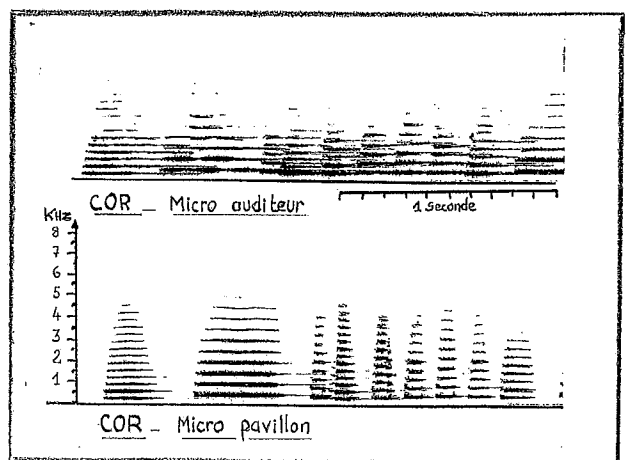
f) hautbois - Analyse en bande étroite (45 Hz)

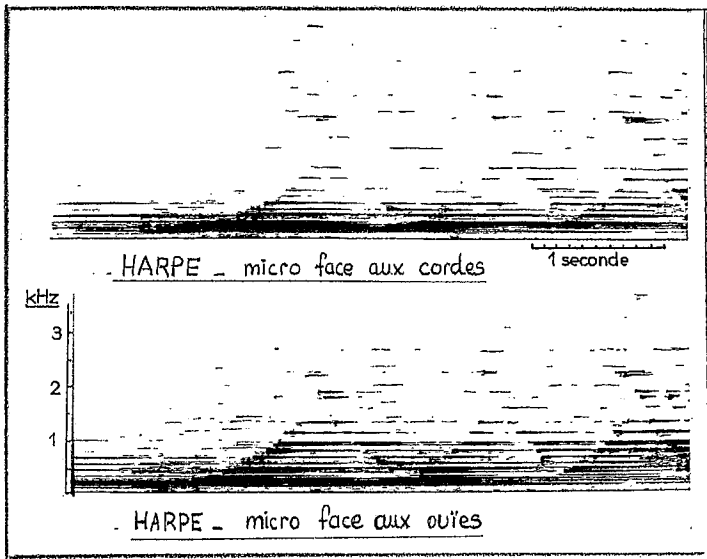
Il apparaît nettement que la prise de son dans l'axe du pavillon renforce les harmoniques aigus - le timbre devient très nasillard et sec : l'enchaînement des sons se fait très brutalement, sans le "fendu" qu'apporte la réverbération, même très faible.



g) Cor - Analyse en bande étroite (45 Hz)

Ici la différence est considérable. En comparant les deux analyses on voit immédiatement que lors de la prise de son dans l'axe du pavillon les sons sont plus riches en harmoniques mais plus secs du fait de l'absence de réverbération. L'image sonographique est plus nette, plus lisible, mais du point de vue auditif c'est la prise de son "floue" (micro auditeur) qui est meilleure dans la tradition classique,





k) harpe - Bande étroite (45Hz)

3 glissandi descendants et ascendants -

Cet exemple peut sembler paradoxal :

micro face aux cordes : on recueille plus d'harmoniques aigus, mais le grave est confus.

micro face aux ouïes : le médium est plus homogène, les glissandi mieux dessinés - A l'audition, il semble aussi que le son soit "meilleur".

l) Piano - bande étroite (45Hz)

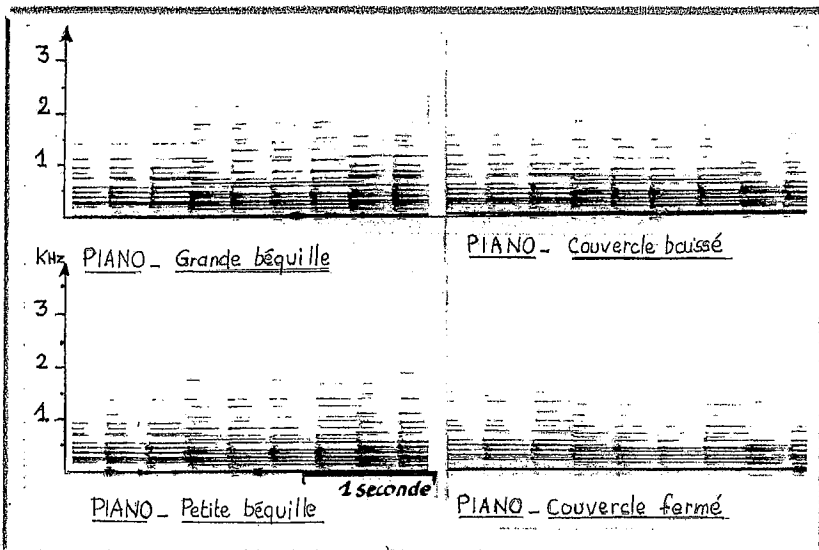
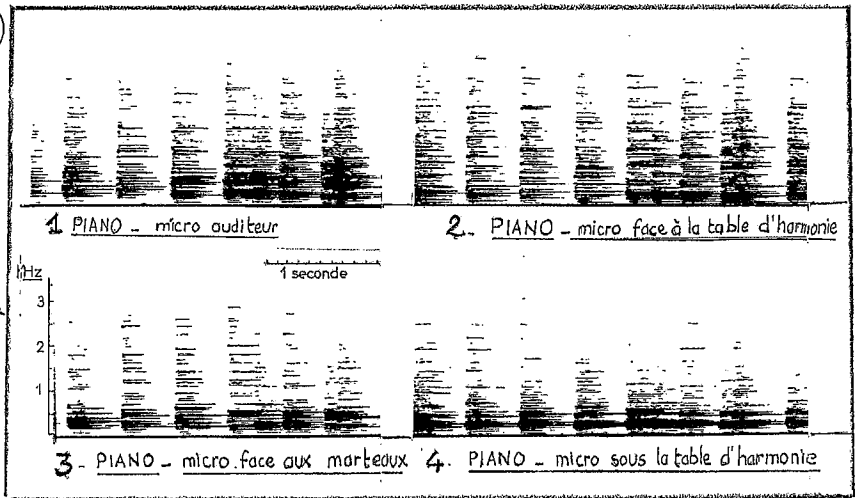
piano à queue. Succession d'accords -

2 - Son riche et clair, homogène du grave à l'aigu - raies bien distinctes - Intensité notable dans les fondamentaux

1 - moins de grave - intensité maximum entre 500 et 2000 Hz. Raies et attaques légèrement floues

3 - médium (800 à 1200 Hz) affaibli - aigu peu intense, mais clair - attaques très nettes -

4 - Deux bandes de résonance étroites, graves, colorent le spectre - son de "tonneau" - plus d'aigu - plus de netteté -



j) Piano - bande étroite (45Hz)

Accords - 4 interprétations successives -

Il est difficile de tirer des conclusions précises de la comparaison d'interprétations successives, un musicien ne jouant jamais strictement de la même façon, deux fois de suite.

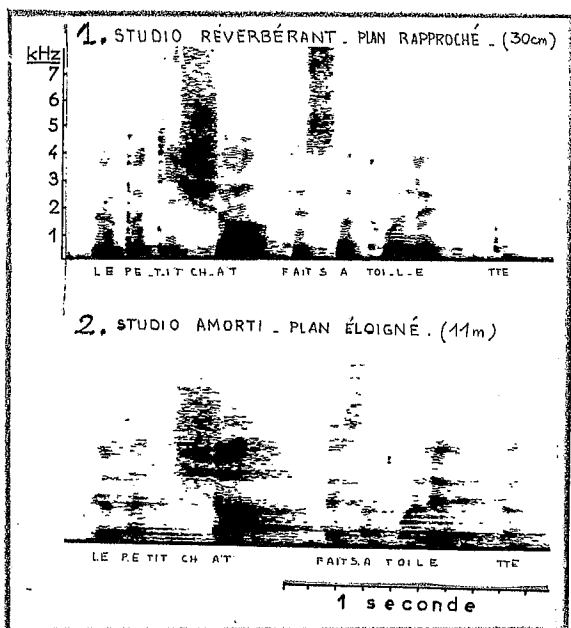
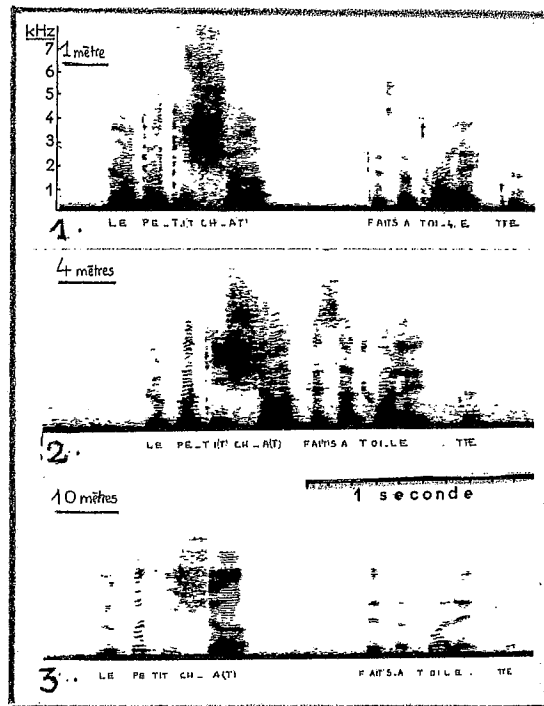
On voit bien, toute fois que le son est nettement affaibli, couvercle fermé,

k) Distance apparente. bande étroite (45 Hz)

Voix d'homme prononçant la phrase-test : "le petit chat fait sa toilette" - 3 enregistrements successifs.

Avec la distance s'estompent les petites explosions du P et du T et la partie aiguë des sifflantes S ou fricatives F, qui contribuent à la notion de "présence".

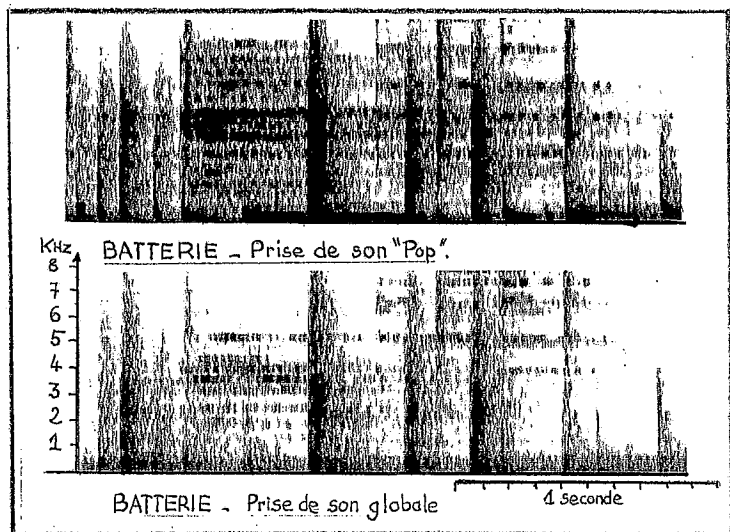
Dans le cas considéré (enregistrement en plein air) les formes sémantiques de la parole restent bien nettes pour la distance de 10 mètres, et la phrase nettement intelligible.



l) studio réverbérant, plan rapproché Studio amorti. plan éloigné. bande étroite.

Cet exemple illustre bien la dissociation qu'il convient de faire entre les notions de distance, de climat et de perspective.

- 1 - explosions des P et des T, très nettes; chuintantes intenses, indices d'une prise de son rapprochée. La réverbération, bien que très faible à cette distance sera interprétée comme provenant d'un studio moins amorti qu'en 2 en raison des autres indices permettant d'évaluer la distance.
- 2 - les bruits d'explosion ont disparu - la réverbération détruit partiellement les formes.



m) Batterie - bande large (300 Hz)

Dans la prise de son "pop", cymbale, gong, balais métallique, caisse, sont aussi "présents l'un que l'autre", c'est à dire que pour chaque instrument on voit nettement les bruits d'attaque, et les partiels aigus sont plus intenses. Enfin, la réverbération de la salle n'intervient pratiquement pas. Tout est plus net, plus mordant.

DEUXIEME PARTIE

ASPECTS TECHNIQUES ET ARTISTIQUES DE LA PRISE DE SON

Exposé de Carl CEON

I - INTRODUCTION

Le preneur de son doit assurer la conversion intelligente du message acoustique en 1,2 ou 4 signaux électriques (mono - , stéréo - , quadro - phonie). Les tâches matérielles suivantes lui incombent : juger (éventuellement corriger) la disposition orchestrale en fonction de l'environnement acoustique, placer des microphones, traiter et doser les informations obtenues, régler le niveau global, juger le résultat fourni par le système d'écoute, dans le contexte du local de prise de son.

Notre profession semble mystérieuse, même à certains collègues électroniciens ou acousticiens... Nos initiatives semblent découler d'une certaine intuition, plutôt que d'un raisonnement à partir d'éléments concrets....

Et cependant la prise de son constitue un maillon obligatoire dans la chaîne de consommation musicale de masse (radio - TV - disques - supermarchés...). 5 000 Parisiens assistent aux concerts; 8 millions de Parisiens écoutent la radio et la TV !

Examinons le cas simple d'une retransmission passive (objective) d'un concert en salle. Mobiliser un modulateur spécialisé semble inutile puisqu'il suffit de placer le micro au meilleur endroit (repérer les places les plus chères ou l'emplacement d'un jury éventuel...). L'exemple 4 (finale d'Ibériu - Debussy) (1) suggère l'écoute depuis le " fauteuil idéal ".

Or, le modulateur a sérieusement triché : pour obtenir, à l'écoute, cette objectivité apparente, il a dû placer des microphones à des endroits très différents. La prise de son depuis un couple de microphones situé réellement près du " fauteuil idéal " (ex.5) donne une perspective trop lointaine, un manque de définition, une confusion exagérée (impression de la dame du vestiaire !). Ce paradoxe a des origines multiples : un microphone ne simule pas une oreille, une pièce de séjour est différente d'une salle de concerts, il y a le phénomène des salles couplées, l'influence des enceintes acoustiques, la suppression totale ou partielle de l'écoute intelligente.

Conclusion : Le preneur de son doit toujours ré-interpréter le message original, même dans le cas d'une retransmission réputée objective.

...../

(1) Les fragments 1-3 sont destinés à régler la chaîne d'écoute.

1 : Repérage des canaux : gauche - droite - centre.

2 : Balance auditive et contrôle de polarité, les signaux sont en phase (source centrale facilement repérable) puis en opposition (localisation imprécise). En cas d'insuccès, inverser les connexions d'un haut-parleur.

3 : quadruple forte d'orchestre : régler le gain au maximum de la puissance disponible.

II - OPTIONS PREALABLES

Toute prise de son exige une certaine stratégie : la modulateur a l'obligation de préciser ses méthodes d'approche.

1. RELATION SOURCE-AUDITEUR

a) Projection à domicile

Il s'agit des conférences, commentaires, séquences radiophoniques et autres messages qui, par leur nature et par leur aspect, peuvent s'intégrer dans une pièce de séjour (Ex. 6 : réplique de M. LEIPP lors du GAM "Bruit" - 1966). Cela se justifie également pour la musique de chambre : les musiciens chez vous ! (Ex.7 : sonate pour clarinette et clavecin). La prise de son doit suggérer des plans moyens à proches (les interprètes se situent à l'endroit du haut-parleur), sans réverbération apparente enregistrée (l'ambiance provient uniquement du local d'écoute).

b) Projection vers le lieu de création

L'occupation instrumentale, le volume sonore et l'ambiance associée sont souvent incompatibles avec l'aspect spatial et acoustique du living-room. En accentuant par la prise de son les informations d'ambiance, le producteur désire effacer votre cadre familial et tente de vous transporter vers le lieu de création. Le début des 7 Paroles du Christ en Croix de Haydn, enregistrés à l'abbaye de Pedralbès (ex.8) doit fatalement faire éclater les murs de votre salon !

2. OBJECTIVITE OU SUBJECTIVITE

a) Retransmission

Toute oeuvre, orchestrée pour l'exécution directe en public, sans artifices électro-acoustiques, a été en fait "balancée" par le compositeur lui-même, pour garantir à l'auditeur une écoute équilibrée. Dans ce cas (répertoire des salles de concerts) le modulateur doit respecter les intentions du compositeur, des interprètes, du chef d'orchestre et restituer en somme les impressions perçues depuis le "fauteuil idéal".

Pour rappel : il faut tricher pour suggérer cette objectivité !
Exemple 9 : finale de la Symphonie "Haffner de Mozart".

b) Interprétation

Les compositeurs contemporains font appel aux procédés électro-acoustiques pour briser, par la prise de son, l'unité de perspective et d'ambiance qui règne sur un podium. Dans le fragment de "Upon La-Mi" de Ph. Boesmans (ex.10) on remarquera les plans très proches de quelques percussions et l'effet d'impact des cordes pincées.

c) Création intégrale

Les compositeurs "classiques" orchestraient en fonction d'impératifs de facture instrumentale : bois et cuivres contre cordes ! Songeons à l'orchestration prudente des concerts pour violon, pour flûte, pour harpe...

...../

... Songeons aussi aux difficultés éprouvées par G. MAHLER qui ne disposait pas d'une "sono" pour certaines partitions de mandoline

Actuellement, en studio de variétés, les microphones remplacent les oreilles, et les arrangeurs le savent bien ! Il est permis d'écrire une mélodie pour flûte à bec, accompagnée de dix trombones, si cela plaît pour des raisons de fondu ou d'opposition de timbres. Le dosage d'intensité des microphones " ad hoc " établit une hiérarchie électrique, voulue, et différente des rapports acoustiques en studio. Voici (ex. 11) l'orchestre de danse de la B.R.T., successivement en prise de son subjective (nombreux microphones en gros plan, filtres, dosages) et objective (un seul couple de microphones, englobant l'orchestre entier). Ont disparus : la présence des interprètes, le solo du piano, l'unisson du vibrapone, le soutien rythmique de la basse. Il est clair que dans ce studio, un auditeur n'a que faire; l'oeuvre, dans sa forme souhaitée, n'existe que sur bande et sur disque.

III. FORMATION DU PRENEUR DE SON MUSICAL

Cet intermédiaire-clé entre le phénomène artistique original et la diffusion par les *mass media* connaît des appellations bien diverses : ingénieur du son (défendu en Belgique, "ingénieur, étant un grade), opérateur du son, musicien-mélangeur, musicien-modulateur, metteur en ondes musical, Tonmeister, sound manager, balancing engineer ...

Idéalement, il possède une culture générale et musicale, une oreille solide, des connaissances techniques pour exploiter, voire suggérer, des éléments d'infrastructure toujours plus complexes (l'informatique règne désormais dans nos régions !). Il doit connaître l'acoustique architecturale, musicale et psycho-physiologique; il doit être débrouillard, avoir les réflexes rapides, être animé d'un esprit d'équipe. Il doit suivre l'évolution des styles et des goûts, prévoir et cerner les réactions de l'auditeur, unique raison d'être de notre profession.

Un enseignement méthodique n'existe que dans certains pays; le recrutement se fait souvent parmi des musiciens qui ont un intérêt pour les techniques de diffusion, ou " vice-versa ".

Citons en Allemagne des Instituts (Detmold, Düsseldorf, Berlin) qui délivrent le grade académique de Diplom-Ingénieur-Tonmeister, et, récemment, une faculté à l'Université de Surrey.

L'Allemagne possède également une fédération professionnelle puissante, la " Verband Deutscher Tonmeister ", qui défend avec succès les intérêts déontologiques et matériels de ses membres.

IV. ASPECTS TEMPORELS DE LA MATIERE SONORE

(Aspect intrinsèque du message, tel qu'il existe déjà en transmission monophonique).

Le message le plus complexe est toujours matérialisé, en monophonie, par une forme d'onde évolutive unique, que l'on peut visualiser (oscilloscope), analyser (spectrographe, sonographe) soit, de préférence, apprécier, depuis une enceinte acoustique, dans une pièce de séjour. L'inévitable question de fidélité se pose donc, mais : fidélité à quoi ? Physiquement il s'agit d'un respect absolu de la

...../

forme d'onde originale. Physiologiquement, l'auditeur compare le message perçu avec un modèle qu'il a en mémoire et décide de la conformité (ou de la non-conformité). Ce modèle est façonné par sa culture, son assiduité de fréquentation de concerts et récitals; il est déformé par ses goûts personnels et par l'acclimatation à sa chaîne d'écoute et son environnement familiaux.

Qu'est-ce que le timbre fidèle d'un violon dont on ignore la facture, l'interprétation originale, le climat acoustique ? (Cf. GAM : " Le violon de Savart ") ! La comparaison instantanée entre l'image et l'original est la rare privilège des modulateurs et des producteurs, et encore faut-il que ces Messieurs aient l'intention de fournir une copie conforme !

Il reste vrai que, dès qu'une prise de son a façonné cette forme d'onde (vraie ou fausse), la chaîne électro-acoustique peut dégrader celle-ci par des distorsions, par l'apparition de signaux parasites et par des mutilations de la dynamique.

1. Bande passante

Il s'agit de la réponse en fréquence, ou, plutôt, de la puissance rayonnée en fonction de la fréquence dans un local semi-réverbérant (cf. GAM : " La chaîne électro-acoustique "). Le spectre des signaux complexes et transitoires est plus étendu que le spectre de signaux stationnaires ! Nous entendons (ex.12) trois versions d'une Sérénade espagnole dont la gamme s'étend depuis les contre-basses puissantes jusqu'aux partiels des castagnettes ; bande large - amputation des fréquences aigües de 20 kHz à 4 kHz - amputation des fréquences graves de 40 Hz à 320 Hz.

2. Distorsion (non linéaire)

Nous illustrons l'apparition d'harmoniques (qui restent harmonieuses !) et - surtout - de partiels non harmoniques dans une valse de Brahms, jouée au piano et extraite d'un disque de démonstration (ex.13). Le fragment présente successivement une distorsion non nulle mais résiduelle puisqu'inévitable, puis des suppléments de 5 %, de 10 %, de 15 % (sonorités " rêches " de plus en plus agaçantes).

3. Rapport signal/bruit

Des signaux parasites se superposent au message utile et créent de ce fait une gêne ou un masque pendant les passages " pianissimi ". Ce phénomène apparaît dans la chaîne (souffle de bande, inductions, crépitements) mais surtout dans le local d'écoute (bruits d'ambiance). Zwicker, Kryter, Stevens, Sivan et White ont étudié le relèvement du seuil auditif pour des bandes étroites de bruit, voire des sinusoïdes. Fletcher signale un relèvement moyen de 20 dB en présence d'un bruit à bande large. Ces mesures ne simulent point des bruits réels que nous subissons quotidiennement; elles excluent l'écoute intelligente.

Examinons donc un cas d'espèce, forcément limité dans l'appréciation, mais qui a le mérite de simuler une réalité courante : l'écoute de musique monophonique dans un bruit ambiant quasi-diffus. L'exemple 14 reproduit, centré, le début de Tristan et Iseult, sur un fond stéréophonique de bruit régnant dans un appartement donnant sur une rue animée (fenêtre fermées). Les trois versions fournissent des rapports " pointe haut bois " / bruit ambiant suivants : + 4 dB; - 2 dB; - 8 dB. Les premières notes s'évanouissent mais la trame mélodique reste

perceptible. Un sonomètre, dans les deux dernières versions, ne détecte que le bruit. Les sonagrammes (son.a) fournissent une idée plus conforme du principe méconnu de l'émergence d'une forme sur un fond.

4. Pleurage et scintillement

L'oreille est très critique aux variations périodiques de la hauteur tonale (induites par les procédés mécaniques de lecture bandes-disques) : le seuil de détection varie de 0,2 % (sons purs et stationnaires dans la zone sensible) à 0,6 % (sons réels, in casu, récital de piano).

5. Respect de la dynamique (rapport entre fff et ppp)

La dynamique originale est souvent trop étendue pour être acceptée soit par la chaîne de transmission, soit par le consommateur lui-même. Les niveaux excessifs saturent les appareils (enregistrement, gravure, lecture, émission, chaîne d'écoute) ou incommode les voisins; les niveaux trop faibles sont masqués par du souffle, des inductions, des crépitements, des parasites atmosphériques et les bruits ambiants qui règnent dans une pièce de séjour. Il faut donc moduler dans le sens d'une compression. Selon la partition, et en résumant schématiquement, cette compression sera progressive ou instantanée.

1) Réduction progressive.

On songe inévitablement au Boléro de Ravel, dont nous entendons le début (ex.15) puis la fin (ex. 10). L'opérateur dispose de 15 minutes pour réduire de 15 dB, par petites à-coups imperceptibles, la dynamique originale. Malgré cette compression le début est sérieusement entaché de crépitements qui constituent une gêne, mais non un masque, ce que montre clairement le sonagramme b .

2) Réduction instantanée.

Des variations exagérées et subites de la dynamique exigent des interventions rapides au bon moment : la connaissance de l'oeuvre, la lecture de la partition s'imposent. L'exemple 17 (trio d'un paso-doble) présente un écart instantané de 25 dB, à réduire à 20 dB. La figure 1 illustre les 4 extraits sonores :

1. Version originale
2. Compression par surprise (coup de potentiomètre)
3. Compression instantanée
4. Réduction préalable

Les auditeurs auront repéré l'opération la plus discrète; ils ont pu comparer avec la version originale; cette possibilité n'est jamais offerte à l'auditeur normal, ne l'oublions pas !

Nombreux sont les adversaires de toute compression, si motivée soit-elle par des considérations de transmission ou d'environnement : " on a pas le droit de mutiler une expression artistique". Nuançons cette opinion par quelques constatations :

1) Le niveau original n'est pas toujours souhaité

- l'intensité subjective dans une pièce de séjour diffère de celle perçue dans une salle de concerts.
- quel auditeur ajuste réellement le niveau de son récepteur au niveau supposé

original ? (Orgues, clavecin, séquence "bataille" dans un radiodrame....)
Tant de facteurs interviennent : gêne pour les autres membres, pour les voisins, disposition à une écoute attentive ou à un décor musical discret....

2) Le niveau original n'est pas réalisable

Celui-ci est limité, bien entendu, par la puissance maximale de l'installation ! Un ffff, extrait de la 8ème Symphonie de Chostakovitch (ex.18) créé en studio, au 6ème rang des fauteuils, un niveau de 110 dBC. Au GAM, sous peine de saturation, nous n'obtenons que 100 dBC (ce n'est déjà pas mal !!). Un enregistrement non comprimé sera, à l'écoute, entâché d'une erreur systématique de 10 dB, tandis que, paradoxalement, un enregistrement comprimé procurera des niveaux plus conformes aux nuances faibles !

3) La référence manque

Le seuil différentiel d'intensité peut varier de 3 % à 100 %, suivant les auteurs, les niveaux, la nature des signaux. La différence est toujours énorme, comparée à notre acuité à déceler des variations en hauteur (cf. paragramme " pleurage et scintillement "). Encore s'agit-il de comparaisons instantanées, mais que dire alors quand la mémoire est mise à contribution ? Ce contraste apparaît dans les partitions musicales : abondance et précision des indications de hauteur tonale (notation; rareté, approximation des indications de nuances.

4) Il faut établir une distinction entre le niveau physique et l'expression

Cet aspect est trop peu pris en considération. Rappelons l'échec de Stokowsky qui, confondant ces deux notions, voulait garantir le respect et la reproductibilité des nuances moyennant un décibel-mètre, installé sur le pupitre de direction !

Une phrase " legato " à la trompette (ex.19) suggère un mf, plus par l'absence de partiels stridents que par le respect d'un niveau absolu. Cette même phrase jouée mf, puis p (ex.20) présente à la fois une chute de 10 dB et une modification de l'expression (douceur, légère hésitation). Par contraste le premier exemple " legato mf " est reproduit avec un gain diminué de 10 dB (ex.21). Un preneur de son s'interdira cette maladresse mais l'auditeur, lui, se le permettra fréquemment : il pense subitement au sommeil des enfants ! Or cette trahison de la " fidélité temporelle " ne l'empêchera point de savourer la suite du programme, l'expression reste intacte. Nous proposons encore cette phrase musicale, sans spécifier les nuances (ex.22). Les auditeurs estiment : à juste titre ! - qu'il s'agit d'un mf, suivi d'un f . Or il s'agissait d'une version comprimée, ne laissant que 2 dB d'écart (fig.2) ! Cette figure montre l'évolution originale (8 dB) dont nous donnons également l'écoute (ex. 23) ce qui est, répétons-le, une faveur ! Le sonagramme c illustre la modification des spectres correspondants.

5) Conclusion

Nous ne voulons point prôner la compression systématique et aveugle, pratiquée par certains émetteurs commerciaux ou politiques (pour des raisons d'ailleurs pertinentes mais non-esthétiques).

Nous voulons seulement préciser que la mesure en décibels d'une compression est loin d'être le seul ou le principal critère dans l'appréciation d'une mutilation de l'expressivité.

Pour mettre en relief la différence entre une " expression legato " et une " compression legato ", nous écoutons deux exemples, identiques dans ce

sens que la variation de niveau physique ne dépasse pas 3 dB.

- La Symphonie Mariale de Léonce de St-Martin (ex. 24) respire la quiétude et la paix mystique.
- Pop Corn de James Broun (ex.25) garde son caractère agressif et percutant; la compression permet de vaincre constamment les ambiances de discothèque les plus bruyantes !

V - ELEMENTS DE BALANCE

Le travail en cabine semble la fonction essentielle du modulateur. Or, la disposition des microphones, préalablement à toute balance, fixe déjà quelques critères importants : le timbre, le plan sonore, la perspective.

Trop souvent, des traitements ultérieurs intempestifs (filtrage - réverbération) ne servent qu'à corriger une mise en page erronée.

1. DIAGRAMME POLAIRE DES SOURCES SONORES

Le placement du microphone peut respecter ou trahir le caractère familier d'un instrument. Le preneur de son a tendance à placer - un peu trop - instinctivement le microphone dans l'axe de rayonnement maximal d'un instrument (face au chevalet du violon - face au pavillon d'une trompette) or, celui-ci coïncide rarement avec l'axe d'observation d'un auditeur en salle; il en résulte des timbres insolites.

Jürgen MEYER a étudié en chambre sourde le rayonnement des instruments, excités par des archets mécaniques ou par des souffleries calibrées. Nous proposons plus modestement des échantillons joués par des musiciens en chair et en os, dans un studio normal, sur un parquet en dur. Deux prises de son synchrones ont été faites par un instrument, à partir de deux emplacements microphoniques : le premier emplacement respecte en général la perspective d'un auditeur, le second vise l'axe de rayonnement maximal.

- Ex. 26 - Fig.3 - Son d : Violon : a. Perspective auditeur; b. Axe du chevalet
Commentaire sonagramme : (fait par M^{lle} CASTELLENGO)
- Ex. 27 - Fig.4 - Son e : Flûte : a. Perspective auditeur; b. microphone placé face au trou opposé à l'embouchure. Commentaire sonagramme
- Ex. 28 - Fig.5 - Son f : Hautbois : a. Perspective auditeur, b. microphone face au pavillon. Commentaire sonagramme
- Ex. 29 - Fig.6-7 - Son g : Cor, placé devant un fond absorbant. a. Perspective auditeur (fig.6); b. microphone face au pavillon (fig.7). Il s'agit ici d'un cas extrême : le pavillon est tourné vers l'arrière : le musicien doit par l'obturation partielle du pavillon corriger la justesse et le timbre de certaines notes. En conséquence, les réflexions en salle contribuent davantage que le son direct, à façonner l'image perçue ce qui donne ce caractère mystérieux à l'instrument, bien exploité par les compositeurs romantiques. Placer un microphone dans l'axe est manifestement une faute de goût, détruisant cette sonorité à laquelle nous sommes habitués. Commentaire sonagramme
- Ex. 30 - Fig.8 - Son h : Harpe : a. Microphone face au plan des cordes; b. Microphone à l'arrière, face aux ouïes de la table d'harmonie. Le résultat est

surprenant : l'emplacement b. fournit une excellente réponse des transitoires arpégées qui se détachent sur une résonance fournie donnant "du corps" au timbre. Cette constatation doit, nous inciter à nous méfier des opinions préconçues et à multiplier les expériences ! Commentaire sonagramme :

- Ex. 31 - Fig.9 - Son i : Piano Bösendorfer : microphone placé : a. à la place d'un auditeur (réflexions par le couvercle); b. face à la table d'harmonie; c. face aux marteaux; d. en dessous de la table d'harmonie. Commentaires sonagramme :
- Ex. 32 - Son j. : Piano Bösendorfer, microphone en perspective constante, face aux marteaux. a. grande béquille; b. petite béquille; c. couvercle baissé; d. piano fermé. Commentaires sonagramme :

2. DISTANCE APPARENTE

On associe trop automatiquement la notion de distance perçue à l'évaluation du " rapport " qui exprime le rapport entre l'intensité acoustique directe et l'intensité acoustique réverbérée par les parois d'une salle. Or, une distance peut être estimée en plein air (Ex. 33 et Son k : plan éloigné - plan moyen - plan rapproché).

D'autres paramètres nous aident donc, citons :

- le niveau présumé (une voix est familière)
- la modification du spectre grave (courbes d'isophonie de Robinson-Dadson)
- la modification du spectre aigu (absorption hygrométrique)
- l'apparition des bruits d'articulation et autres bruits, trahissant une proximité.

3. CLIMAT ACOUSTIQUE

La réverbération perçue suggère le décor : parois dures ou feutrées, ameublement sommaire ou fourni, salle grande ou petite, et cela en dehors de toute préoccupation d'estimation de perspective.

L'écoute d'un ensemble de cuivres en salle anéchoïque (ex.34) est bien décevante : c'est mesquin, c'est étriqué; nous n'avons pas l'habitude de cette absence d'ambiance. La " sonorité " d'une salle est caractérisée par une série de paramètres parmi lesquels nous citons le temps de réverbération et la densité de succession des réflexions. Cette densité est serrée dans les petits locaux, faible dans les grandes salles. Le temps de délai initial entre la perception du son direct et la perception de la première réflexion (fig.10) est tributaire de la distance de la paroi la plus proche, donc, en général, du volume du local. Ce temps de délai initial conditionne la densité des réflexions suivantes et nous fait discerner une salle de bain d'une salle des pas perdus qui auraient cependant toutes deux un temps de réverbération identique (de 3 secondes p. ex.).

La prise de son exploite cette faculté et n'hésite pas à retarder par une machine à délai l'excitation d'une petite chambre de réverbération artificielle pour suggérer des espaces plus amples !

Nous entendons le même fragment (ex.35) avec une réverbération de 1,2, sec, successivement sans délai et avec délai de 100 msec. La différence subjective est énorme et il faut réellement écouter l'accord final pour se convaincre que le temps

de réverbération est identique !

Nous répétons cette même expérience (ex. 36), en prolongeant le temps de réverbération à 5 secondes.

4. PERSPECTIVE DES SOURCES ISOLEES

Nous associons finalement les notions de distance et de climat acoustique pour estimer par le biais du " rapport 4 " une perspective. On peut suggérer des distances identiques, aussi bien dans un studio amorti (ex. 37) que dans une salle brillante (ex. 38). En conséquence, la perception d'une réverbération bien marquée n'est pas le corollaire obligé d'un plan éloigné; l'exemple 39 et le sonogramme l'illustrent par le contraste " plan rapproché réverbérant - plan éloigné amorti ". Commentaire sonogramme

5. PERSPECTIVES SIMULTANÉES

La perception simultanée de perspectives différentes détermine l'angle d'observation, le point de fuite. Ainsi dans le cas d'un concert symphonique nous pouvons assimiler la perspective du chef d'orchestre à un "grand angulaire", celle d'un auditeur privilégié à "l'objectif normal" (60°), celle de l'ouvreuse au fond de la salle à un "télé-objectif". Nous entendons (ex.40) trois instruments qui illustrent symboliquement trois plans dans l'orchestre (un premier violon, un hautbois qui sera la référence de perspective constante, une trompette) dans une œuvre en forme de canon, successivement en "normal", en "grand angulaire" et en "téléobjectif" (fig.11).

VI. LA MISÉ EN ONDES

Nous avons commenté les paramètres principaux : sonorité captée, distance apparente, perspective globale, climat acoustique associé.

A cela s'ajoute en régie : le mélange des voies, la régulation de la dynamique, progressive ou instantanée, éventuellement la modification des signaux par filtrages, les effets de présence, la réverbération artificielle.

Le modulateur mesure le programme sur un cadran gradué pour respecter des consignes techniques (limites de saturation et de dynamique); il juge le programme sur une installation d'écoute, en subissant l'ambiance acoustique de son local. Cette régie devrait donc avoir l'aspect d'une pièce de séjour normalisée : le modulateur a avantage à se mettre dans la peau du destinataire !

Il dispose d'enceintes puissantes et de haute qualité mai, pour raisons identiques, une commutation s'impose sur un électrophone commercial, sur un récepteur portatif, sur le haut-parleur latéral d'un récepteur de TV, sur un juke-box, s'il désire réellement connaître la forme finale de son produit au stade de la grande consommation. D'aucuns combattent âprement cette idée; j'estime qu'un splendide isolement ne résoudra pas le problème, et ce problème, il existe réellement ! D'autre part, une série de visites récentes de studios d'enregistrement me permet d'affirmer que l'idée de la commutation facultative gagne du terrain !

La mise en ondes proprement dite suppose l'application raisonnée des paramètres cités en fonction des circonstances finalités suivantes :

...../

1. RELATION SOURCE-AUDITEUR

(projection vers le lieu de l'audition ou le lieu de création : voir II-1).

2. SALLE

Les grands éditeurs de disques peuvent se permettre le choix de salles excellentes bien adaptées à l'orchestre et à l'oeuvre (Musikvereinsaal à Vienne - Concertgebouw à Amsterdam - Boston Symphony Hall...). Les organismes de radio font de la promotion culturelle décentralisée et entassent les orchestres, parfois dans des églises ou des cinémas, souvent dans des "centres culturels" dont l'acoustique, fruit d'un compromis, a trop souvent une influence compromettante sur la qualité de l'enregistrement ! Signalons que les studios destinés à la musique "pop" et aux jeux radiophoniques ne peuvent imprimer une "ambiance de studio" à la prise de son. Une grande sécheresse, autorisant une séparation acoustique entre masses sonores et un champ acoustique direct étendu sont de rigueur.

3. STUDIO OU AUDITORIUM

La présence ou l'absence d'un public influence grandement la mise en ondes. Le public crée de nombreuses servitudes : disposition des musiciens favorisant la projection du son utile vers les auditeurs et son vers les microphones; différences de climat acoustique pendant la répétition - balance et le concert (salle vide - remplie); placement non-optimal des microphones pour des raisons esthétiques ou matérielles; en cas d'incidents d'exécution ou de balance, reprise impossible : c'est " le direct " !

La disposition des musiciens, surtout dans certaines émissions de variétés télévisées, répond à un désir de mise en image mais ignore (ou veut ignorer) les principes acoustiques les plus élémentaires (rangée unique de violons, placée devant les cuivres et étirée entre les mur d'un cyclorama focalisant !). Dans des cas pareils la solution du " play-back " doit s'imposer.

4. OBJECTIF-SUBJECTIF (cf. II-2)Retransmission objective :

Le modulateur doit connaître l'époque, le style, les traditions de l'écoute directe, les intentions du compositeur et des interprètes. Il doit suggérer un fauteuil idéal dans une salle appropriée en garantissant un timbre familier, une perspective graduée naturelle, une réverbération proportionnée.

Interprétation subjective :

Tous les artifices peuvent être mis à contribution : ils seront le fruit de l'imagination du compositeur, de l'arrangeur, des interprètes, du modulateur et - surtout - du directeur commercial !

5. DESTINATAIRE

Certaines productions s'adressent à des catégories déterminées d'auditeurs : le mélomane dans la quiétude relative de son living, la ménagère qui manie l'aspirateur, l'automobiliste, les clients d'hôtel, des gares, des supermar-

chés, des discothèques.... Cette ventilation justifie des méthodes spécifiques aux niveaux de la composition, de l'arrangement, de la balance, des filtrages, de la dynamique permise, etc...

6. IL RESTE CEPENDANT UN CACHET, UNE SIGNATURE.

Incontestablement certains enregistrements portent la griffe du preneur de son (pour ne citer que Daniel MADELAINE et André CHARLIN en France, Gordon PARRY à Londres, Rudy Van GELDER aux Etats-Unis...)

Le nom du modulateur figure de plus en plus sur la pochette des disques; certains ensembles réclament ou engagent tel preneur de son, particulièrement apte à matérialiser une sonorité désirée.

EXEMPLES SONORES : A. OBJECTIVITE

1. Une consigne d'objectivité peut être interprétée de façon différente. Un éditeur a commis l'imprudence de confier à deux modulateurs qui s'ignoraient la réalisation des Goyescas de Granados (ex. 41). On s'imagine difficilement qu'il s'agit d'un piano et d'une salle identiques !
2. Les différences s'accroissent quand une oeuvre est interprétée par des ensembles, des chefs différents, dans des salles différentes, et modulée par des opérateurs différents (ex. 42 : extrait d'une Danse Slave de Dvorak).

Voyons la mise en page du piano :

3. Récital classique - Sonate de Brahms (ex. 43) : plan moyen, approche équilibrée et aérée.
4. Duo concertant placé aux extrémités d'un ensemble dans une ambiance d'église (ex. 44). Cette disposition insolite est voulue par le compositeur (Petite Messe Solennelle de Rossini).
5. Prélude de Bach, mais en version jazz (ex. 45). Les instruments sont pris en gros plan mais le cas du piano devient suspect : il est à la fois très mordant (microphone en close-up) et très aéré (forte dose de réverbération artificielle).

Examinons aussi la mise en page du clavecin en fonction de l'époque, du style, du genre.

6. Basse continue - Alla Rustica de Vivaldi (ex. 46). La perspective est lointaine et s'intègre parfaitement au groupe accompagnateur (gambe).
7. Concertant ancien - 5ème Concerto Brandebourgeois (ex. 47). La perspective est plus détachée mais le concertino ne s'attribue certes pas encore le rôle de vedette !
8. Concertiste moderne : Concerto Champêtre de Poulenc (ex. 48). Le personnage est devenu central, mais la prise de son doit toujours respecter la perspective natu-

relle : fauteuil idéal - podium.

9. Récital classique - Sonate du Padre Soler (ex. 49).

Il n'y a plus que quelques auditeurs, rassemblés dans un salon. La perspective est bien plus intime mais l'ambiance reste très aérée ce qui semble (?) correspondre à un goût baroque....

10. Récital moderne : Sonate de Pascanu (ex. 50).

Nous voici plongés dans le clavecin; la sonorité est volontairement sèche et agressive.

B. SUBJECTIVITE

Nous avons déjà entendu un exemple de transfiguration par la prise de son (ex. 11). Voici encore un solo de batterie (ex. 51 - son. m) objectif (couple microphonique en stéréophonie) puis subjectif, type " pop " (quatre microphones en gros plan sur grosse caisse, caisse claire, grande cymbale, charleston, plus filtrages énergiques).

VOIR Commentaire sur sonagramme

Souvent le thème est prétexte pour mettre en valeur les interprètes, tous solistes, qui improvisent à tour de rôle et qui méritent tous un premier plan (abandon de la perspective " podium ").

Longtemps les prises de son " jazz " ne restituaient qu'une perspective, rapprochée, mais la modulation était continue et avantageait successivement les différents soli.

Remarquons dans le " Dixie Souvenir " (ex. 52) la montée graduelle du piano, quand les accords d'accompagnement se changent en solo.

La tendance " pop " a brisé cette unité et elle applique les méthodes les plus contrastées. L'exemple 53 illustre à la fois l'imagination débordante de G. Harrison (Beatles!) et la dextérité des opérateurs du son : nous entendons simultanément une collection de flûtes (traversières, douces, à piston....) très aérées, des voix filtrées et présentes, un harmonica à bouche en très gros plan et enregistré en " marche arrière ".

VII. ASPECTS SPATIAUX DE LA MATIERE SONORE

L'écoute binaurale nous dévoile le caractère spatial du monde sonore.

1. LOCALISATION

Quand une ou peu de sources distinctes nous frappent, nous pouvons les localiser grâce à nos deux oreilles. Le cerveau compare entre elles les sensations gauche et droite sur base de différences d'amplitude, de timbre, de décalage temporel, et décide de l'angle d'incidence. Nous n'avons cependant que 2 oreilles pour

...../

apprécier un espace à trois dimensions ! Notons que cette disposition est horizontale : les phénomènes que nous observons ou qui nous intriguent sont essentiellement horizontaux ! (exception : les rapacés qui dominent le champ d'exploration : aussi leurs oreilles sont-elles asymétriques). Notre localisation auditive est donc polarisée, tout comme la vision et l'odorat.

Il en résulterait une équivoque concernant l'élévation de la source (degré et sens) ainsi que la situation avant/arrière. Cette équivoque est parfaitement levée par les informations corollaires fournies par le centre d'équilibre, logé dans les canaux semi-circulaires.

Ces informations continuelles (une tête humaine n'est jamais immobile) sont confrontées avec les sensations gauche-droite également fluctuantes. Celles-ci diminuent en fonction de l'abaissement ou de l'élévation de la source (elles sont mêmes nulles pour des sources suspendues au-dessus de la tête); elles sont inversées pour des sources situées à l'arrière. C'est également le centre d'équilibre qui nous avertit si notre tête immobile observe une source qui se déplace latéralement ou si nous tournons la tête face à une source immobile. Dans les deux cas on peut s'imaginer un " travelling " identique de sensations au niveau des oreilles (et des yeux, d'ailleurs); cette confusion est éliminée par les statolithes qui ne se déplacent dans les canaux que dans la deuxième éventualité (rotation de la tête). Cette faculté nous permet de dissocier les mouvements des objets sonores des mouvements de la tête. Nous verrons bientôt que ce principe trop peu connu va compromettre sérieusement le plaisir d'écoute au casque stéréophonique.

2. SENSATION D'ESPACE

Quand un grand nombre de sources nous frappent de toutes parts (sources réelles : foule, trafic de rue, ou imaginaires : réflexions dans une salle), nous n'avons plus la possibilité, ni - surtout - envie de les localiser séparément. Nous subissons ces informations, dites diffuses (un bain d'ambiance !) mais nous sommes très conscients de leur dispersion, de leur caractère non-ponctuel. Des sources en groupes isolées peuvent être partiellement diffuses : un ensemble de cordes, des chœurs. L'angle de perception intervient également (fig. 12) : ainsi un piano loin dans l'orchestre sera une source ponctuelle; un piano - récital sera une source partiellement diffuse.

3. AVANTAGES

- a) Primitivement, la perception binaurale n'a certes pas été prévue pour notre plaisir esthétique ! L'homme repérait sa proie ou échappait au danger.
- b) Localisation pure : elle peut être importante pour situer des personnages lors d'un jeu radiophonique; on n'éveille cependant aucune émotion esthétique quand on découvre que la harpe se trouve à 27° par rapport à la bissectrice de l'angle d'observation !
- c) Relief spatial : Cette sensation particulière et enveloppante procure une jouissance certaine. Elle est entièrement détruite en monophonie : le haut-parleur est un hublot donnant sur la salle.
- d) Ecoute intelligente : C'est probablement l'avantage le plus certain. Le système binaural permet l'écoute préférentielle et sélective d'une information parmi d'autres (effet " cocktail-party " : tendre l'oreille pour distinguer, dans une direction donnée, une conversation particulière, en

faisant abstraction d'informations provenant d'autres directions). Au concert ce mécanisme neutralise les effets de masque et met en relief les performances des solistes. Voici une reconstitution de l'expérience célèbre de Jean-Wilfrid Garrett, déchiffrant les messages codés, diffusés par la BBC pendant la deuxième guerre mondiale.

Ces messages étaient diffusés à la fois sur différentes longueurs d'ondes par des émetteurs anglais, que les Allemands brouillaient par des signaux de brouillage différents. J.W. Garrett a eu l'idée de disposer stéréophoniquement deux récepteurs, accordés sur des longueurs d'ondes différentes. En conséquence il entendait, à gauche le brouillage A, à droite, le brouillage B et il discernait au centre le message identique aux deux émetteurs.

L'exemple 54 donne successivement la version monophonique (effet de masque) et stéréophonique (écoute intelligente).

VIII. PERCEPTION STEREOPHONIQUE

1. CONCEPTION DU FRONT SONORE.

La stéréophonie (dans sa conception évoluée) se propose de restituer - autant que possible - le relief spatial et l'écoute intelligente.

La retransmission dite objective devrait idéalement recréer sur les tympans de l'auditeur les mêmes pressions sonores que celles qui frappent un spectateur privilégié en salle.

Deux méthodes ont été élaborées :

1° méthode : le double tuyau électro-acoustique (fig.13).

On installe un mannequin à l'endroit du "fauteuil idéal". La forme de la tête et l'impédance acoustique de la peau imitent au mieux celles d'une tête humaine. Les microphones qui, au fond des conduits auditifs, remplacent les tympans captent donc les mêmes différences d'intensité (ΔI), de timbre (Δf) et de temps (Δt), provenant d'une source S, que celles perçues par un sujet humain. Ces deux informations, amplifiées, alimentent les écouteurs gauche et droite d'un casque et fournissent donc à l'auditeur tous les paramètres correspondants à la perception originale. Il s'agit en fait d'un système "télé-binaural" fournissant un relief spatial total et qui surclasse tous les systèmes quadrophoniques ou périphoniques quelconques... Constatons cependant que son succès reste limité; le procédé présente un grave inconvénient fondamental ! Supposons que, dans la figure 13a un auditeur réel s'intéresse à la source oblique S; obéissant à un réflexe naturel il oriente la tête vers cette source; il centre l'objet et annule ainsi les différences ΔI , Δf , Δt . L'auditeur de la figure 13b n'a pas cette faculté; il a beau tourner la tête dans toutes les directions, la source S' garde un angle d'incidence immuable. Le monde sonore est riqué à ses oreilles. Il ne peut plus dissocier les mouvements des objets sonores des mouvements de la tête ce qui est en contradiction flagrante avec le principe énoncé au paragraphe VII-1. De ce fait il confond les informations avant et arrière et une source centrale, antérieure ou postérieure sera localisée comme une épée de Damoclès au-dessus ou dans la tête ! Il manque en somme un système d'asservissement angulaire entre la tête de cet auditeur et la tête artificielle !

2° méthode : le front sonore externe (stéréophonie) ou l'arène sonore externe (quadrophonie).

Voici le principe du " rideau sonore " de H. FLETCHER (fig.14). Un rideau imaginaire, visuellement opaque mais acoustiquement transparent, tendu devant le podium, constitue le lieu de passage obligé de toutes les ondes, directes et réfléchies, qui parviennent à un auditeur (fig. 14 a). Un rideau massif (fig. 14 b) deviendra transparent si on le perce d'un nombre suffisant de " trous électro-acoustiques " (dans ce cas, des microphones, côté source, reliés à des haut-parleurs, côté auditeurs).

Pour des raisons évidentes de diffusion et d'économie ces nombreuses chaînes et haut-parleurs distincts ont été réduits à deux : Ainsi s'explique la conception " ping-pong " des premières productions. Un haut-parleur équivaut à un hublot donnant sur la salle (fig. 15 a); deux haut-parleurs simulent deux hublots, ponctuels, séparés par un vide sonore (fig. 15 b). Ce principe est illustré par un duo d'harmonicas à bouche(ex.55) en mono, puis en " ping-pong ". Dans ce cas précis, la méthode est défendable puisqu'il s'agit d'instruments ponctuels d'origine et d'une projection " à domicile ".

Notons deux avantages :

- l'écoute intelligente (sélective) s'exerce à volonté.
- l'effet est perceptible pour tous, même pour les auditeurs situés très en dehors de la ligne médiane d'écoute (1).

La stéréophonie peut cependant nous offrir bien plus que cela : malgré l'absence de sources radiantes intermédiaires, elle peut créer l'illusion d'une source centrale (fig. 15 c : stéréophonie tri-ponctuelle, chère à certains producteurs américains) et même d'une continuité (fig. 15 d), suggérée par un grand nombre de sources virtuelles intercalaires.

Nous illustrons cette évolution par l'écoute de la Finale d'Ibéria de DEBUSSY, successivement en monophonie, en " ping-pong " et en stéréophonie diffuse (ex.56).

2. PRINCIPE DES SOURCES REELLES ET VIRTUELLES : LA CORRELATION.

La corrélation exprime le degré de similitude entre l'évolution de deux phénomènes. Ainsi, quand on fait le bilan des cotes obtenues par une population d'élèves, l'on constate :

- une corrélation positive entre les résultats obtenus en arithmétique et en algèbre.
- une corrélation souvent négative entre les résultats obtenus en arithmétique et en dessin artistique.
- une corrélation quasi-nulle entre les résultats obtenus en arithmétique et en éducation physique.

Examinons le degré de parenté des sources sonores autonomes :

...../

(1) Cette particularité, propre au système " ping-pong " explique la faveur accordée à ce système par les producteurs de disques de variétés : les " effets " de dissociation gauche/droite sont destinés à un auditoire dispersé (dancings, discothèques).

- Est-ce que les ondes sonores, émises par deux musiciens deviennent corrélées quand les instruments, les techniques, les instruments et les mélodies deviennent similaires ?
- Est-ce que cette corrélation éventuelle a une influence sur la localisation de ces musiciens ?

Nous allons capter et reproduire, en " ping-pong ", deux musiciens jouant un Duo de BARTOK. Nous apprécions la corrélation apparente par l'écoute et nous mesurons la corrélation physique sur un oscilloscope, par la méthode des figures de LISSAJOU (fig. 16) :

- a. Le signal de gauche est appliqué au système de déflexion verticale; seul présent il crée un trait vertical.
- b. Le signal de droit est appliqué au système de déflexion horizontale; seul présent, il crée un trait horizontal.
- c. Deux signaux identiques en amplitude, en forme d'onde et en phase ($\varphi = 0$) créent un trait oblique, incliné à droite; la corrélation est entièrement positive.
- d. Deux signaux identiques en amplitude et en forme d'onde mais de polarité opposée ($\varphi = 180^\circ$) créent un trait oblique, incliné à gauche; la corrélation est entièrement négative.
- e. Deux signaux identiques en amplitude et en forme d'onde, mais en quadrature ($\varphi = 90^\circ$ ou $\varphi = 270^\circ$) créent un cercle; la corrélation est nulle.
- f. Deux signaux identiques en amplitude mais de formes d'ondes différentes parce que générées par des sources indépendantes présentent une phase relative non prévisible et aléatoire ($\varphi = ?$) et créent une " pelote de laine ". La circonférence de cette figure s'approche de celle d'un cercle; la corrélation globale est nulle.

Exemple 57 : gauche : violoniste A (mélodie); droite : pianiste X (contre-chant) la corrélation physique et apparente est nulle : aucune confusion dans l'identification sémantique et spatiale n'est possible.

Exemple 58 : Version originale : gauche violoniste A (mélodie); droite : violoniste B (contre-chant). Même observation.

Exemple 59 : Les violonistes A (gauche) et B (droite) jouent la mélodie à l'unisson. Ils gardent farouchement leur individualité : les instruments, les techniques, les interprétations sont différents. Leur originalité est totale, leur corrélation est nulle, nous entendons bien, toujours en ping-pong un DUO à l'unisson. Le sonagramme n confirme cette opinion

Voir : (commentaire du sonagramme :)

Essayons une ultime possibilité de convergence dans l'exécution : le " play-back ". Notre violoniste A, seul présent dès maintenant, joue une première fois la mélodie, enregistrée sur la piste I (fig. 17 a). Après rebobinage il écoute cette version grâce au haut-parleur témoin (fig. 17 b) et il rejoue en synchronisme cette mélodie, enregistrée sur la piste I.

Exemple 60 : Nous entendons ce " duo " en gauche/droite et en respectant la polarité correcte des connexions des haut-parleurs (+). Notre musicien n'est pas un robot, il n'a pas fait de cliché; les deux versions sont originales (sonagramme o), la corrélation physique est nulle (fig. 18); la corrélation apparente est nulle également : l'impression de duo et de ping-pong persiste. /

Exemple 61 : Invertissons la polarité du haut-parleur de droite (fig. 19) : cela n'a aucun effet : peu importe la polarité relative quand la phase entre signaux est aléatoire ! Nous concluons : quand la corrélation entre signaux gauche/droite est nulle, nous ne percevons que des sources réelles qui s'identifient avec l'emplacement des haut-parleurs. (Discontinuité du front sonore). L'écoute de ce " play-back ", en monophonie (fig. 20 : écoute sur haut-parleur unique du mélange des deux pistes) est également instructive. L'exemple 62 (polarité correcte) détruit la dissociation dans l'espace mais sauvegarde le caractère de duo. La somme des signaux fournit un gain de 3 dB ce qui équivaut à une somme géométrique et ce qui prouve, pour les mathématiciens, que la corrélation est bien nulle !

La différence monophonique (ex. 63 : polarité inversée) ne modifie ni la perception, ni le gain, toujours égal à 3 dB.

Vérifions à présent la pertinence d'une question souvent posée par les musiciens : " Vous voulez simuler un ensemble à cordes à l'unisson en procédant à des " play-back, successifs sur différentes pistes à partir d'un seul violoniste. Pourquoi ne pas enregistrer une seule version simultanément sur différentes pistes ? Vous aurez ainsi un ensemble puisque chaque piste équivaut à un musicien; nous éviterons la fatigue et vous gagnerez du temps ! "

La figure 21 illustre l'application de cette méthode, l'écoute monophonique provenant toujours du mélange des pistes.

L'exemple 64 (somme, polarité correcte) démontre la vanité du procédé : nous entendons, non un duo, mais un violon, dont le niveau est augmenté de 6 dB (somme arithmétique, donc corrélation totale). Les informations véhiculées par les deux pistes sont réellement des clichés, dont l'originalité relative est nulle.

Le mélange par différence (ex. 65) équivaut à une soustraction totale, au silence ! (En fait il y a un résidu aigu, causé par des différences d'azimut et de réactance dans les deux chaînes). Pour simuler un ensemble en playback, chaque piste doit contenir une interprétation originale ! Écoutons en stéréophonie cet enregistrement simultané (fig. 22).

L'exemple 66 (polarité correcte) met nos oreilles dans une situation bien embarrassante : nous entendons, à deux endroits différents, des sources dont l'amplitude, la forme d'onde et la phase relative sont entièrement identiques (fig. 23 : corrélation positive. Nous sommes dupes de cet artéfact : puisque les deux tympans sont sollicités de façon identique, nous localisons une source virtuelle (puisque non existante physiquement) centrée entre les deux haut-parleurs. Invertissons la polarité d'un haut-parleur; la corrélation devient entièrement négative (fig. 24) : quand le cône de gauche avance, le cône de droite recule ! L'expérience précédente simulait au moins une sensation connue (stimulations identiques); celle-ci (ex. 67) (stimulations inversées) est absolument, sans précédents et nous fouillons en vain nos archives sonores ! L'impression est bizarre, voire gênante; la localisation est floue ou centrée dans la tête. Il est important de vérifier la polarité correcte d'une chaîne stéréophonique ! Revenons à l'exemple 66 : nous avons généré une source virtuelle centrale à partir de deux signaux identiques. En créant entre ces deux signaux des asymétries d'intensité et ou des décalage temporels, cette source virtuelle peut se situer n'importe où sur la ligne qui relie les deux haut-parleurs. Voici (ex. 68) quatre accords, localisés successivement à gauche, entre la gauche et le centre, entre le centre et la droite, à droite.

Nous sommes capables de discerner à la fois l'origine de différentes sources virtuelles. Notre violoniste, en " play-back " successifs a joué un " quatuor " à l'unisson. Chaque version est reproduite sous un angle d'écoute différent (gauche, mi-gauche, mi-droite, droite). Il est possible de localiser chaque interprétation (ex. 69). Cet affreux mélange de sources corrélées, non corrélées, asymétriques, etc... est condensé en deux formes d'onde, émises par les deux haut-parleurs. /

L'analyse de ces informations par des spectrographes, des oscilloscopes et même par le sonographe fournit des indications insuffisantes sur les impressions spatiales produites. Nous ne pouvons que nous émerveiller de cette faculté de discrimination sensorielle à partir de deux formes d'onde " plus ou moins ressemblantes " (son. p).

3. AVANTAGES DU FRONT STEREOPHONIQUE

a. Source ponctuelle

Est-il opportun de reproduire stéréophoniquement une source ponctuelle ? La réponse est oui : une prise de son correcte sauvegardera le caractère ponctuel de l'information directe mais elle respectera le caractère diffus de la réverbération qui meublera comme un véritable décor sonore l'espace compris entre les haut-parleurs (ex. 70 : trompette bouchée centrale).

b. Sources étalées

La contraction ponctuelle d'un ensemble détruit l'impression de relief et supprime l'écoute intelligente. Voici la reproduction correcte d'un chœur qui s'étale de la gauche jusqu'au centre (ex. 71).

c. Sources diffuses

Une ambiance pure ne peut être localisable; idéalement restituée elle devrait nous envelopper (quadrophonie !). La stéréophonie, tout en évitant la concentration du type " hublot ", ne procure qu'un front sonore (ex. 72 : fin d'une répétition - sortie des musiciens en toutes directions).

4. INFLUENCE DES TRANSITOIRES ET DE LA HAUTEUR TONALE SUR LA LOCALISATION

Lord RALEIGH (1929), SIVIAN et WHITE (1931), de BDER (1937) ont constaté que les sons graves (inférieurs à 400 Hz environ) ne sont pas localisables. Soulignons que ces essais concernaient des sinusoïdes stationnaires dont nous n'avons aucune expérience dans la vie quotidienne. Les sons qui nous frappent et qui nous intéressent sont complexes et évolutifs, l'aspect transitoire étant une caractéristique essentielle. Nous écoutons le passage des basses, extrait du 3ème mouvement de la 5ème Symphonie de von BEETHOVEN (ex. 73). Nos auditeurs localisent parfaitement ces instruments (zone située près du haut-parleur de droite); ils observent - avec pertinence - que la gamme perçue dépasse notablement le registre grave : nombreux partiels, plus intenses que le fondamental d'ailleurs, spectre étendu des attaques.

Recommençons donc l'expérience afin de mieux cerner le problème : par réduction monophonique et réorientation, l'image sonore est réduite à une source virtuelle ponctuelle, située près du haut-parleur de droite; un filtre passe-bas élimine les fréquences supérieures à 200 Hz tout en sauvegardant la phrase mélodique (fondamental le plus élevé : LA 110 Hz (ex. 74). Nos auditeurs localisent toujours cette source à son emplacement correct ! Le filtre a allongé mais non éliminé le temps d'attaque des notes successives, or, suivant la loi du " premier front d'onde ", ce sont les transitoires du message sonore (donc de tous les sons vivants !) qui déclenchent le mécanisme de perception angulaire. Cette loi semble efficace; elle explique d'ailleurs la faculté de repérage d'une sirène de brume émettant par intermittance une tonalité très grave (afin de réduire l'absorption dans l'air).

En fait il est difficile d'ôter la " Gestalt " à un message sonore; songeons au succès des " transistors de poche " si infidèles : malgré le massacre, l'aspect sémantique reste.

Voyons si la localisation devient floue quand l'aspect trisitoire manque; nous évitons toujours des sons de laboratoire et nous écoutons l'accord final de la Toccata en ré mineur de J.S. BACH, amputé des fréquences qui dépassent 200 Hz (ex. 75) : l'imprécision est manifeste et elle persiste même après restitution du spectre entier ! (ex. 76).

5. RELIEF ET ESPACE

Répondons à une critique émise ici-même, lors d'un GAM précédent : quel avantage y a-t-il à reproduire stéréophoniquement un récital d'orgues puisque les informations directionnelles sont, sinon inexistantes, de toute façon dépourvues d'intérêt esthétique ?

Précisément, la stéréophonie ne doit pas faciliter le repérage d'un tuyau quelconque au fond du buffet; elle doit accentuer le caractère diffus de l'instrument et de son environnement et éviter l'aspect ponctuel d'une reproduction monophonique. L'écoute d'un extrait d'un concerto pour orgue de HAENDEL, successivement en mono - et en stéréophonie (ex. 77) illustre la réponse.

6. PUISSANCE DE LA SUGGESTION

Un conditionnement astucieux, un argument de qualité, une prise de son remarquable peuvent suggérer l'apparition de sources sonores qui s'écartent du front sonore reliant les haut-parleurs. Voici (ex. 78) dans une réalisation du Laboratoire d'Etudes de l'O.R. T.F., une personne qui monte un escalier et qui se promène au palier supérieur.

IX - HISTORIQUE BREVE

Nous écoutons quelques documents, marquant des jalons dans les recherches en matière de stéréophonie :

1. 1932 - BELL TELEPHONE - NEW YORK

HARVEY FLETCHER, directeur du laboratoire réaliser un disque stéréophonique à gravure horizontale et verticale (lateral/hill and dale) (ex.79).

2. 1933 - E.M.I. HAYES

H.D. BLUMLEIN exploite son brevet, déposé en 1931, et présente un disque à gravure oblique 45/45 degrés (ex.80). Soulignons que la gravure stéréophonique normalisée (WESTREX) actuelle n'est autre que l'application directe de ce procédé.

3. 1941 - R.C.A. - DISNEY STUDIOS

La projection à New-York du film " Fantasia " soulève l'enthousiasme des foules. Ce film, à double piste optique, est le fruit d'une collaboration intense entre les organismes précités et Léopold STOKOWSKY, très intéressé par les techniques de diffusion. Nous écoutons le début de la Nuit sur le Mont Chauve (ex. 81); actuellement les contractions et déplacements insolites de l'orchestre (surtout en absence de l'image), la qualité relative de l'exécution et de l'enregistrement nous surprennent un peu.

4. 1942 - PHILIPS - EINDHOVEN

KEES DE BOER a acheté un mannequin entier chez un fournisseur d'articles d'éta-
lage. Procédant à des essais de tête artificielle sur la voie publique, la police
lui a adressé une réprimande parce que le mannequin n'était pas vêtu ! Remarquons
la qualité excellente du fragment (ex. 82 : passage d'une charette) enregistré sui-
vant le procédé opto-mécanique " Philips-Miller ".

5. 1944 - RADIO BERLIN

L'exemple présenté a échappé par miracle à la destruction des archives de cet
institut lors des combats de Berlin. HANS VON BRAUNMÜHL et LUDWIG HECK ont réalisé
cet enregistrement sur bande magnétique, à 76 cm/sec. WALTER GIBSEKING et la PHIL-
HARMONIE de BERLIN exécutent le Concerto de l'Empereur de von BEETHOVEN; dans la
salle un seul auditeur est présent : c'est le Dr GOEBBELS (ex. 83).

X - METHODES DE PRISE DE SON STEREOPHONIQUE1. STEREOPHONIE DITE DIRIGEE

Un " potentiomètre panoramique " (fig. 25) répartit sur les deux voies le signal
issu d'un microphone. La rotation du bouton modifie le rapport I des amplitudes rela-
tives et déplace donc la source virtuelle S' . Les deux informations ainsi obtenues sont
entièrement corrélées et ne peuvent que suggérer une source ponctuelle dans le front
sonore. L'exemple 84 simule un déplacement : la ponctualité de la source et de la réver-
bération superposée est absolue ce qui, dans ce cas, est inadmissible. Les éditeurs amé-
ricains appliquent fréquemment ce procédé; la fig. 25, extrait de l'ouvrage " Music, Phy-
sics and Engineering " de H. OLSON, montre l'implantation et la répartition " tri-ponc-
tuelle " des microphones, dont l'incohérence relative est illustrée par la fig. 27.
Nombreux sont les modulateurs européens qui refusent la stéréophonie dirigée en prise
de son objective : la répartition électrique et arbitraire des sources virtuelles n'est
pas empruntée à une réalité acoustique.

2. STEREOPHONIE DITE NATURELLE

Les deux informations stéréophoniques ont une origine acoustique : l'angle d'inci-
dence réel γ (fig. 28) doit créer une différence d'intensité ΔI et/ou de temps Δt
telle qu'il en résulte directement un angle de perception φ proportionnel. Il faut
donc imiter " grosso modo " la perception humaine, d'où l'idée d'une tête artificielle,
puis du couple de microphones. On garantit ainsi la répartition naturelle des sons di-
rects et des réflexions. Voici (ex. 85) en stéréophonie naturelle, un déplacement réel
d'une source : elle évolue, ponctuellement, sur un décor ambiant diffus et stable. De
nombreux organismes publics et privés ont étudié les paramètres du couple microphonique
et préconisent l'emploi de certains systèmes que nous pouvons classer comme suit :

- les couples créant un décalage temporel Δt : microphones omni-directionnels
espacés;
- les couples créant une différence d'intensité ΔI : microphones directifs coïn-
cidents : XY (cardioides) fig. 29a - fig. 30a " Stéréosonic " (bidirectionnel) -
fig. 29 b. MS (équivalent à des hypercardioides après matricage) - fig. 29 c
ces couples dits " compatibles " garantissent une corrélation élevée (fig. 31 :
XY).
- Les couples créant à la fois un décalage temporel Δt et une différence d'in-
tensité ΔI : microphones cardioïdes espacés - fig. 29 d - fig. 30 b. /

La figure 29e reprend pour mémoire la répartition équidistante de 5 microphones "panpotés". La figure 32 illustre une implantation typique de tous ces systèmes et résume les caractéristiques. La place nous manque pour vous entretenir de l'historique, des caractéristiques de transfert et des mérites de ces systèmes; écoutons plutôt le début d'une Sonate pour piano, de F. SCHUBERT, successivement en : XY, MS, Stéréosonic, t, I + t et "ping-pong" (ex.86).

3. PSEUDOSTEREOPHONIE

Voici deux situations problématiques :

- Un éditeur de disques possède un stock d'enregistrements musicaux de haute valeur, de qualité technique excellente mais enregistrés en monophonie. Il désire rééditer ces oeuvres en leur donnant une certaine diffusité stéréophonique.
- Un réalisateur doit introduire dans un radiodrame stéréophonique un décor sonore diffus, par exemple le bruit du vent ou le trafic de rue. Les archives dont il dispose sont malheureusement monophoniques, donc ponctuelles, même quand elles sont traitées par un potentiomètre panoramique.

Les systèmes pseudostéréophoniques provoquent cet éclatement; bien entendu, la répartition du front sonore ne peut être qu'arbitraire et une localisation quelconque ne correspond à aucune réalité. Nous vous présentons deux procédés :

a. Le "stéréophoner", suggéré par H. SCHERCHEN (fig. 33 a).

Le signal monophonique alimente les chaînes gauche et droite en passant respectivement par un filtre passe-haut et un filtre passe-bas (voir les courbes correspondantes). Un signal sinusoïdal à fréquence glissante se déplacera donc de la gauche (aigües) vers la droite (graves). Un signal musical complexe sera disséqué en fonction de son spectre, imitant, assez naïvement, une disposition orchestrale classique (violons à gauche, contre-basses à droite).

b. Le "spreader" décrit par la B.B.C. (fig. 33 b). Le signal monophonique est scindé en une voie directe et une voie retardée. Ce retard est généralement obtenu par insertion d'un magnétophone, fonctionnant en "enregistrement/lecture bande".

La somme et la différence de ces voies alimentent respectivement les chaînes gauche et droite. Le mélange "direct/retardé" crée des interférences, c'est-à-dire une suite de sommes et d'annulations, en fonction de la fréquence : on appelle ce dispositif un "filtre en peigne". Le montage assure une réciprocité absolue entre les deux filtres : quand la réponse est maximale à gauche, elle est nulle à droite, et vice-versa.

Un signal sinusoïdal à fréquence glissante fera un mouvement rapide et continu en "zig-zag". Un signal complexe subira une diffusion totale.

Avant de condamner ces systèmes "pour le principe", écoutons deux types de programme différents, successivement en version monophonique, en version "stéréophoner", en version "spreader" :

1) Oeuvre musicale :

Les tableaux d'une Exposition de Moussorgsky/Ravel, dans l'interprétation célèbre de A. Toscanini et l'orchestre de la N.B.C. (ex. 87).

2) Décor sonore pour jeu radiophonique - Trafic de rue à caractère diffus (ex.88). Les auditeurs auront apprécié mais nous croyons ne pas trahir leurs impressions en affirmant que les résultats obtenus au "spreader" sont pour le moins étonnants.

...../

XI - APPLICATIONS COMMERCIALES ET RADIOPHONIQUES

A - CLASSIQUE ET OBJECTIF

1. S.Y., ex. 89 : MOZART - Concerto pour piano et orchestre en ut maj. par Karl Engel; perspective correcte, ambiance homogène, suggestion typique du "fauteuil idéal".
2. STEREODSONIC, ex. 90 : POULENC, Concerto pour 2 Pianos, extrait du Larghetto : réverbération accentuée, propre à ce système.
3. Couple cardioïde espace - musique, ex. 91 : Giuseppe GUAMI, "l'Accorat pour cordes, bois et continuo; grande transparence, localisation précise, relief étonnant.
4. Couple cardioïde espacé - parole - ex. 92 : "Berceuse pour endormir un marin ivre"; émission expérimentale, réalisée par le Laboratoire d'Acoustique de l'O.R.T.F. Remarquer l'évolution des interprètes, le timbre naturel des bruits, le volume apparent de la chambre, l'astuce du réveil, fixant le point de fuite de l'auditeur.
5. Tête artificielle, procédé A. CHARLIN, ex. 93 : Vêpres Monastiques Russes à Chêvetagne; ambiance d'église sensationnelle, localisation précise de l'encensoir à grelots.
6. Couple et microphones "pan-potés" : M. RAVEL, l'Enfant et les Sortilèges (l'Arithmétique) par L. MAAZET et l'Orchestre National de Paris, ex. 94 : perspective globale de l'orchestre et des chœurs bien respectée mais quelques plans rapprochés des solistes.
7. Stéréophonie dirigée : "STRAVINSKY dirigé par STRAVINSKY" - le Sacre du Printemps, ex. 95 : exemple démontrant qu'il faut éviter les opinions préconçues : impressions de perspective, de diffusité fort correctes, malgré l'application exclusive de "procédés artificiels".
8. Pseudostéréophonie : M. RAVEL, Quartuor (assez vif), ex. 96 : exemple d'éclatement assez réussi et honnête (la pochette mentionne : "electronically enhanced stereo").

B - VARIETES

1. Couple et microphones "pan-potés" : Valse-sérénade anglaise, ex. 97. La mise en page est classique, nous entendons bien un orchestre lyrique disposé sur un podium, mais des éléments "suspects" apparaissent : réverbération "mantovanesque" "présence aérée" du cor anglais.
2. Stéréophonie dirigée : West-Side Story - Quintet, copie de la bande originale, ex. 98. Le système TODD-A-O comprend 6 pistes, alimentant 5 haut-parleurs derrière l'écran et une distribution en salle pour les effets spéciaux. Toutes les sources sont orientées par des potentiomètres panoramiques. La version disque est

du type " tri-punctuel " :gauche-centre-droite. Nous voici bien loin du relief global associé à l'exécution d'un oratorio en salle ! Bernstein, Robbins, Wise et les opérateurs de la C.B.S. poursuivent cependant un but bien défini : fournir à tous les auditeurs, dispersés en salle, des angles de perception divergents et stables.

C - JAZZ

01¹. Man Rivers, ex. 99. Ce vieux thème interprété par Jimmy Smith (orgues), Phil Woods (saxophone) et par des musiciens de studio chevronnés, orchestré par Oliver Nelson et enregistré par un spécialiste qui s'appelle Rudy Van Gilder, est réellement transfiguré : une série d'impressions fortes nous subjugue; toute référence à une disposition en salle de concert a disparu.

D - POP

1. Pop anglais : " Something " de George Harrison, interprété par les Beatles (ex. 100). Un arsenal complet de gadgets de de truquages renforce l'étrangeté de l'arrangement, déjà insolite en soi, et sans nuire à un équilibre esthétique certain ! Il faut dire que les opérateurs du studio de " Abbey Road " ont su se faire la main

2. Pop américain : " Girl blue " par Stevic Wonder, ex. 101. Nous sommes frappés par un feu d'artifice de percussions diverses qui criblent l'espace stéréophonique. La voix, tout en restant très reconnaissable est traitée au " jet sound " (effets de déphasage) et elle se dédouble à certains moments ! Nous sommes en pleine cuisine électronique (ce qui n'implique pas nécessairement l'absence d'inspiration !

Le résultat est d'autant plus surprenant quand on apprend que l'occupation maximale du studio n'a jamais dépassé une personne ! Steve Wonder, en " play-back " successifs a réalisé toutes les parties de cette oeuvre. Le studio situé à New-York s'appelle " Electric Lady "; il a été fondé par le regretté Jimi Hendrix.

Inutile de dire que des créations aussi ambitieuses nécessitent une infrastructure technique particulièrement complexe. Nous terminerons ce bulletin par la juxtaposition de deux photos : la première (fig. 34) montre une console de mélange " classique " apte à traiter la musique " classique "; la deuxième (fig.35) montre une console sophistiquée, conçue spécialement pour le répertoire " pop "

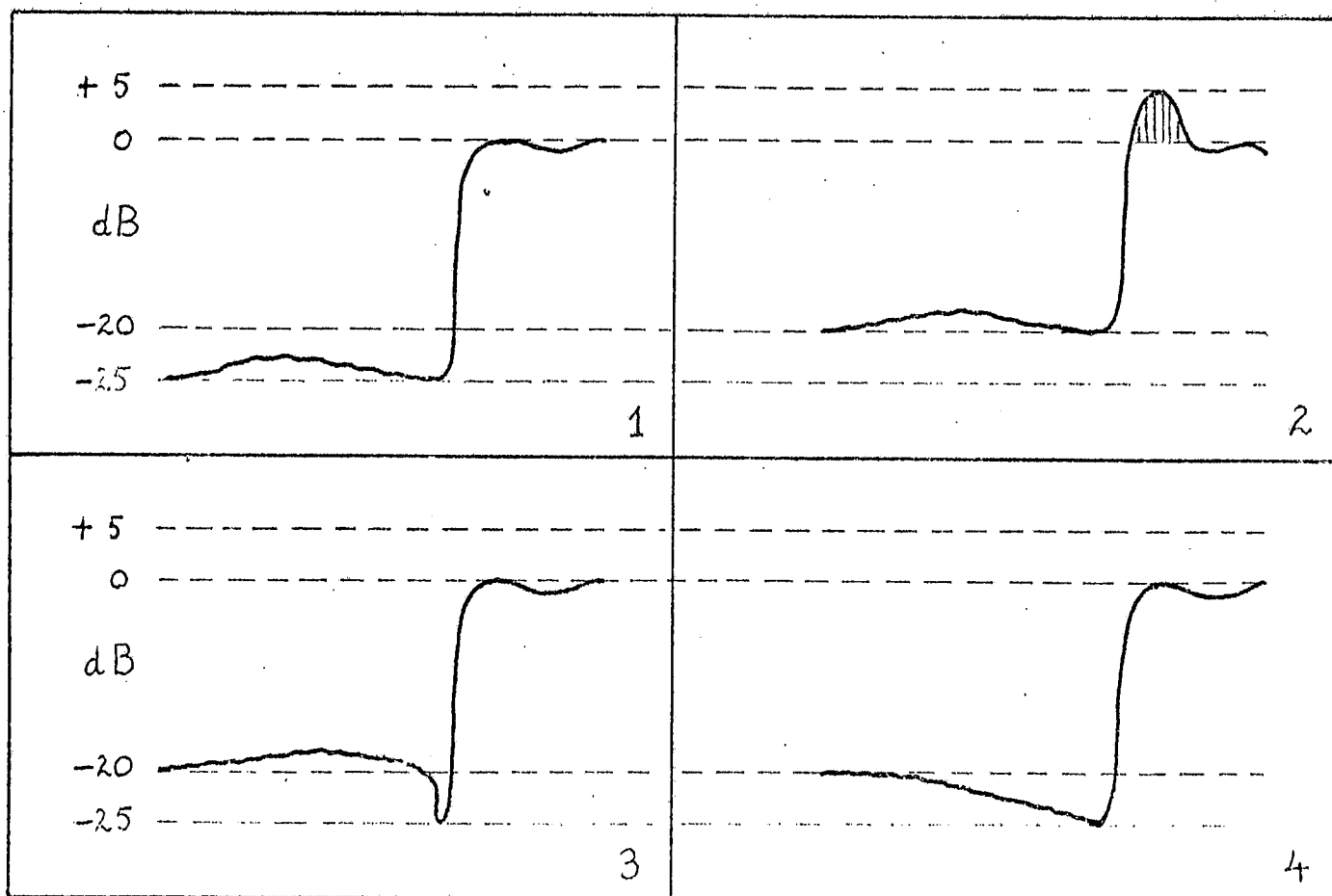


Fig. 1.- Dynamique instantanée

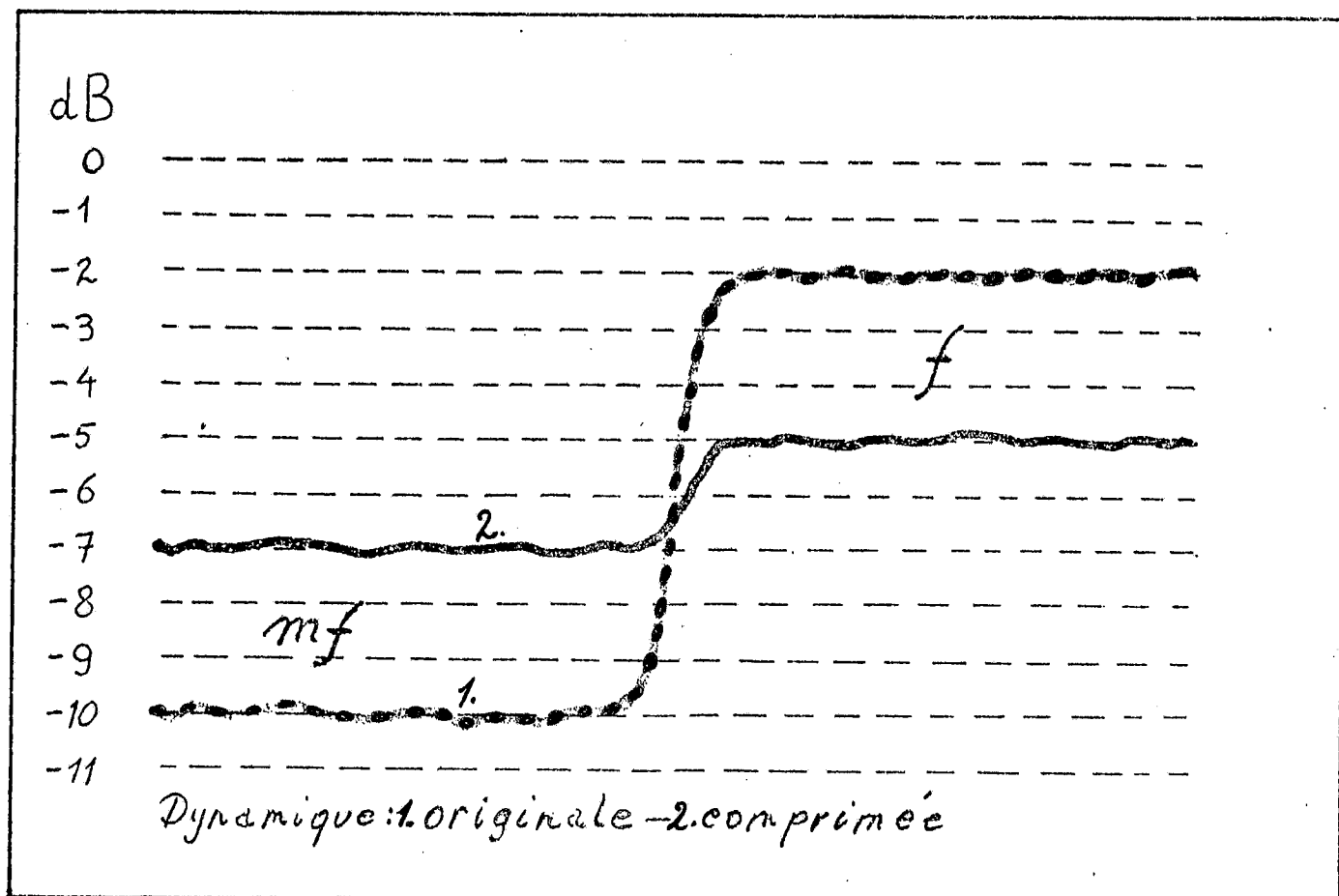
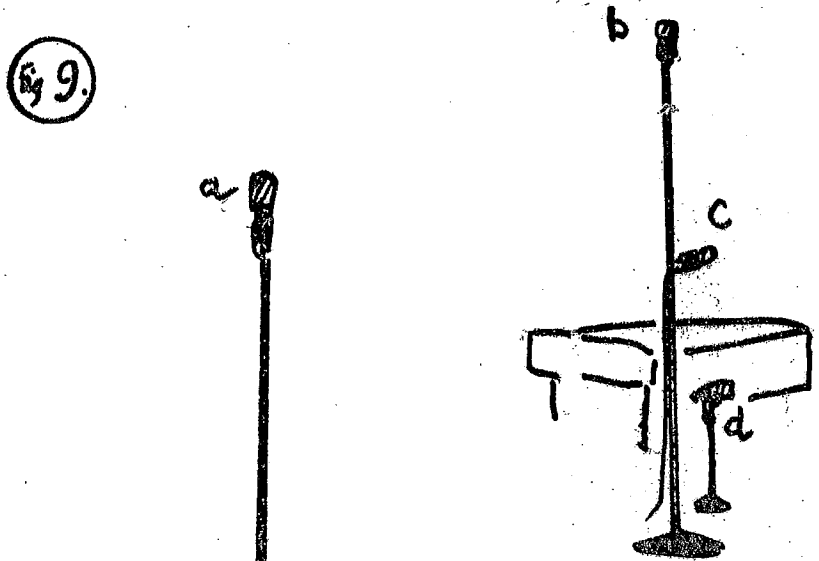
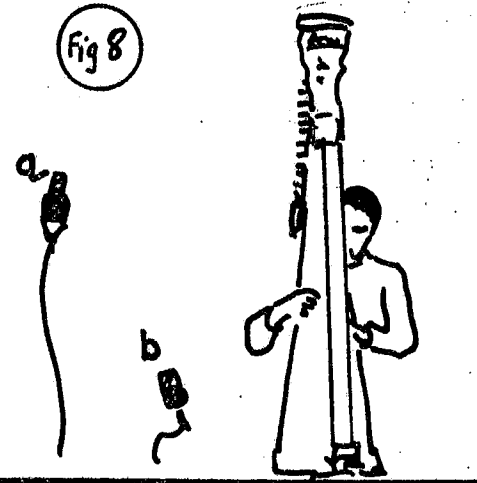
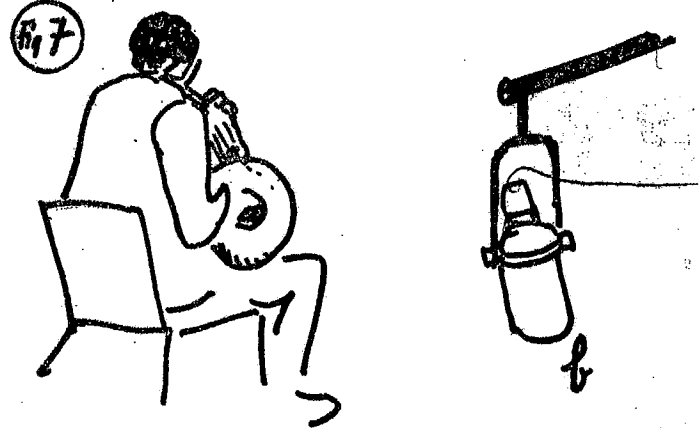
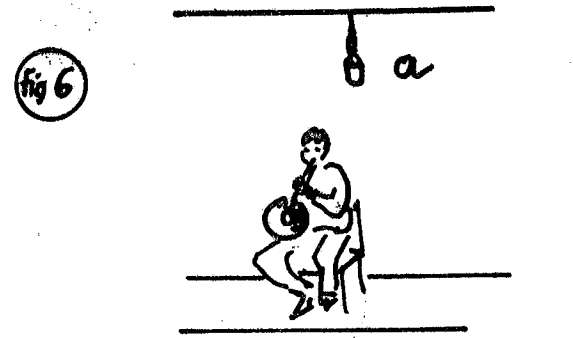
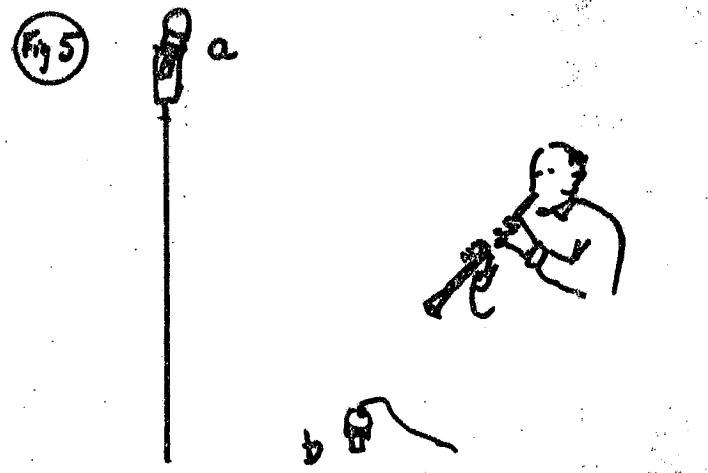
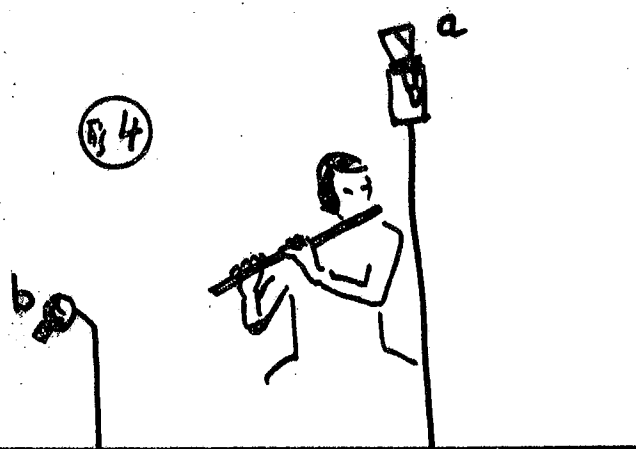


Fig. 2 - Expression et compression



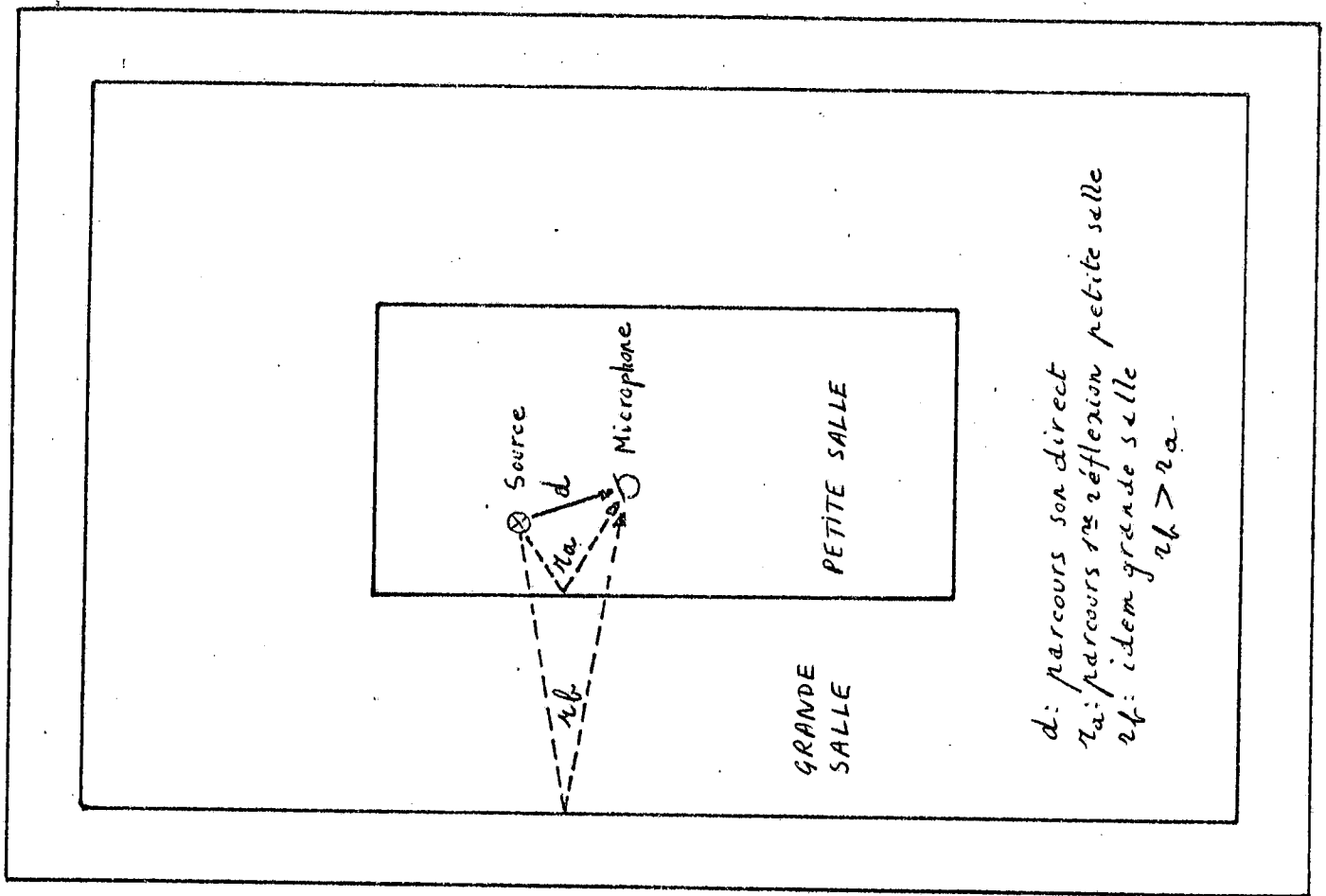


Fig. 10: Temps de delay initial

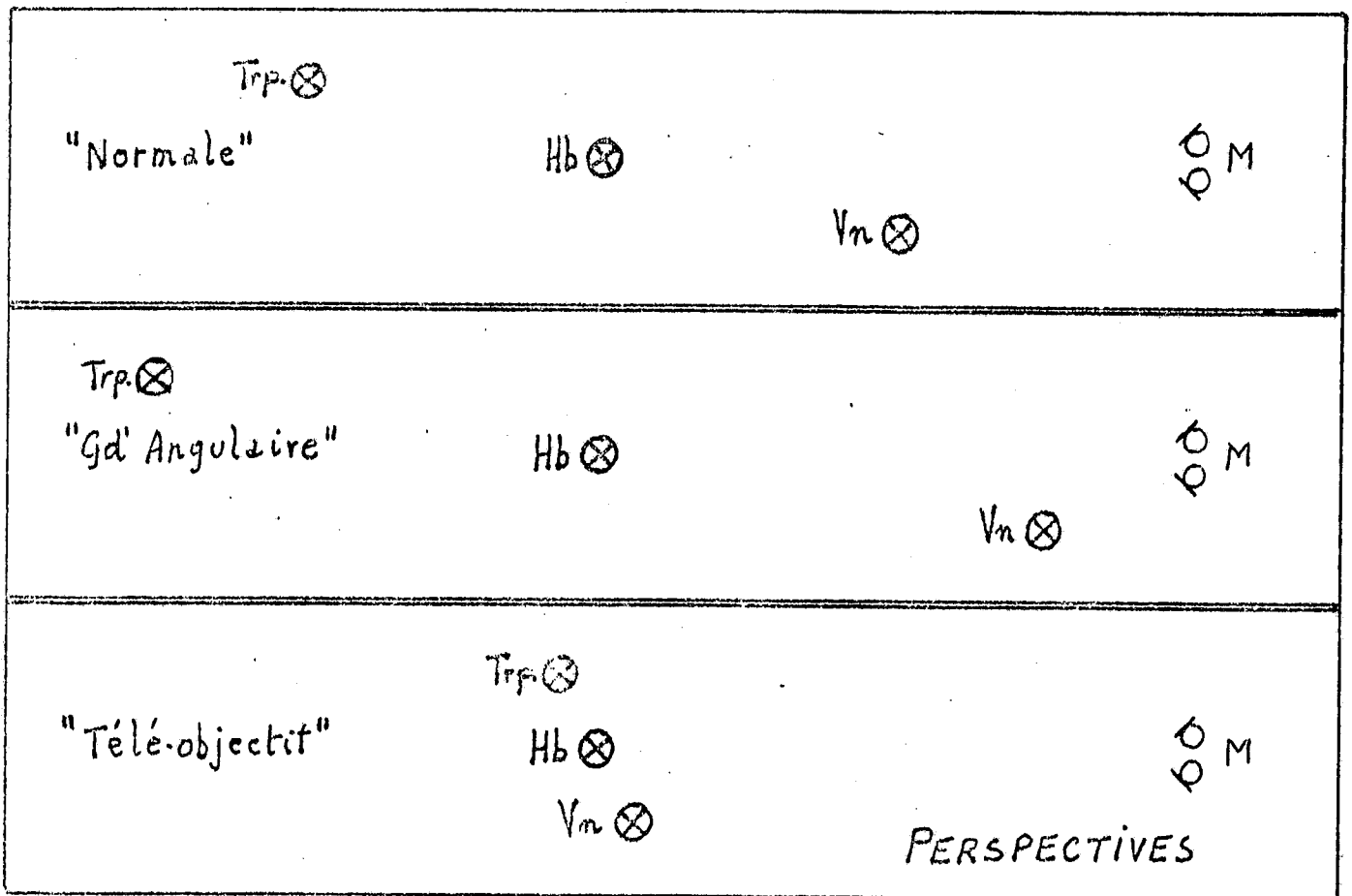


Fig. 11. Perspectives: Trp= Trompette; Hb= Haut bois; Vn= Violon; M= Microphones

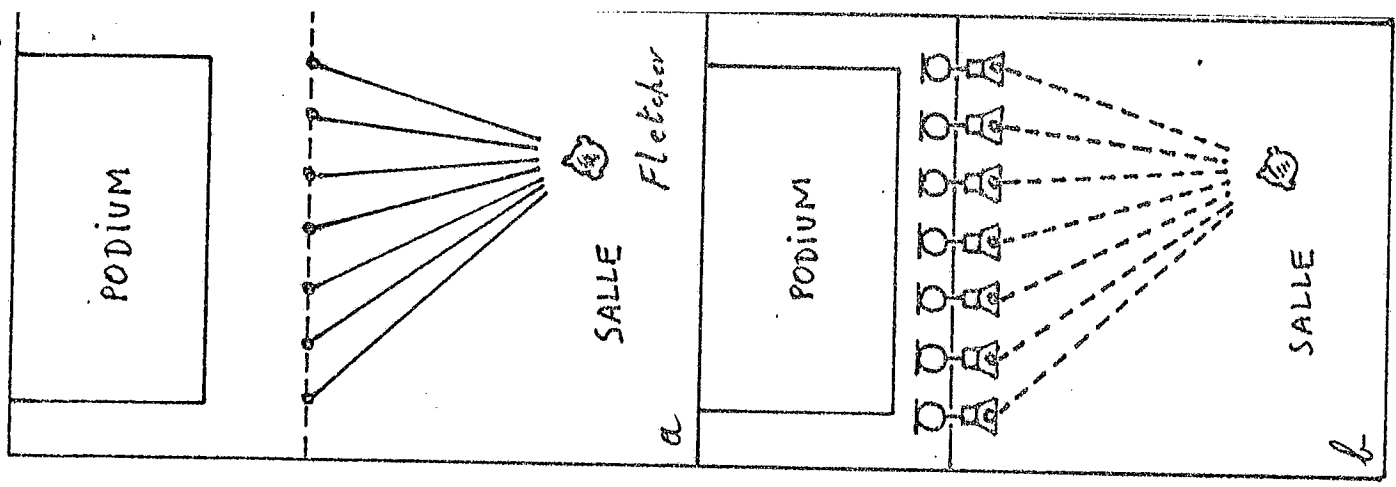
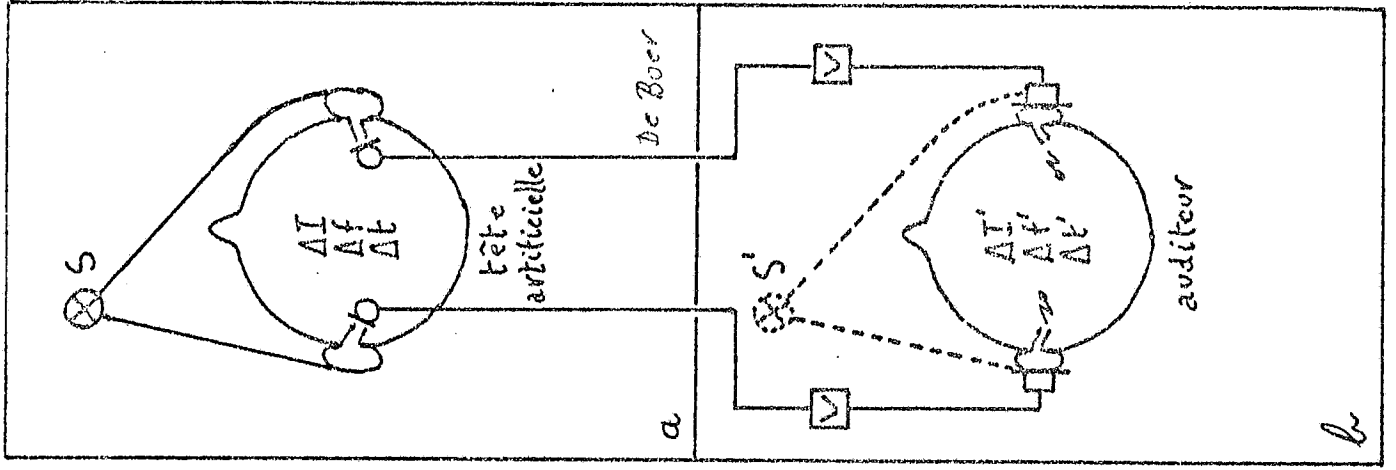
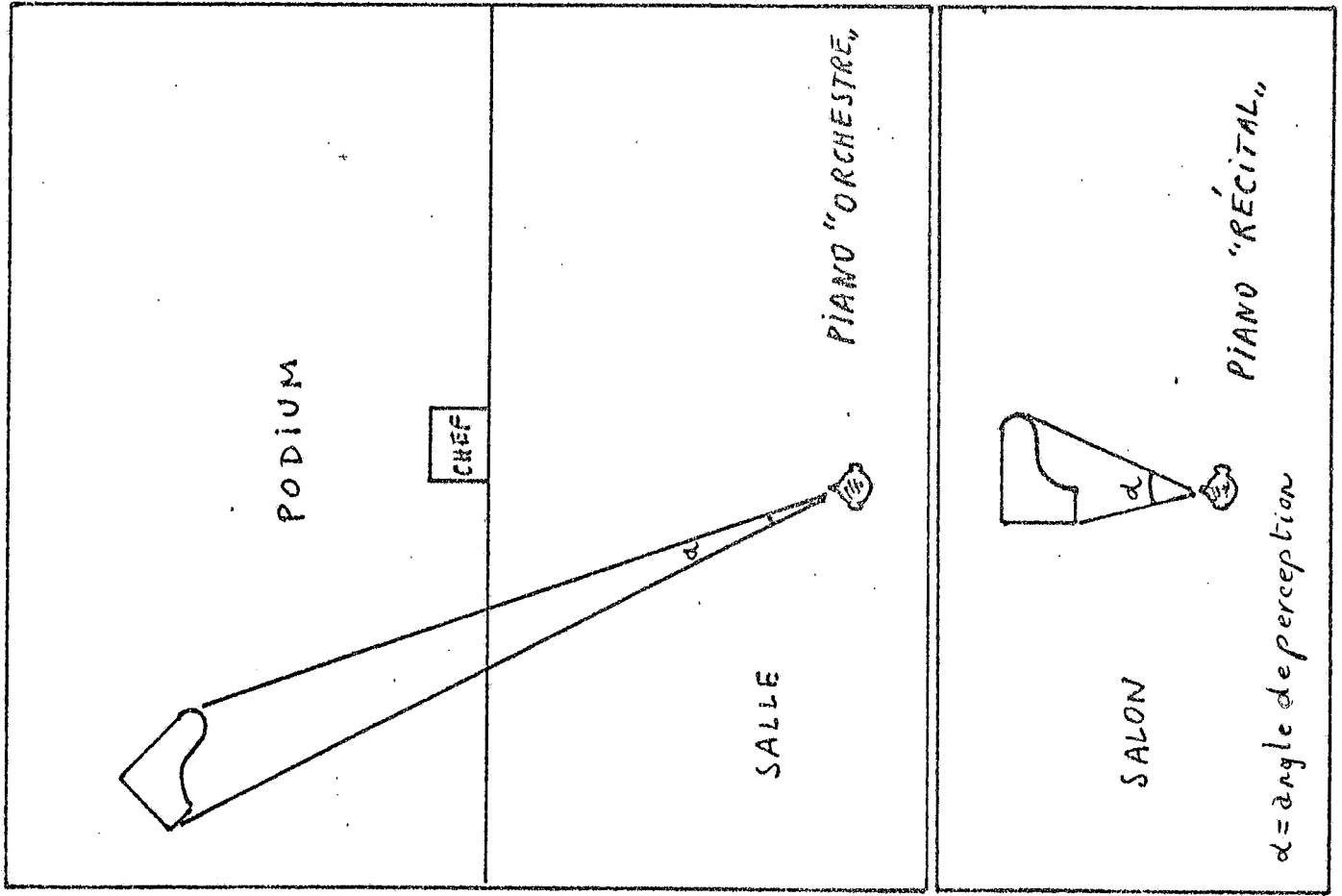


Fig. 12 - Ponctualité - Diffusité partielle

Fig. 13: Double tuyau électroacoustique Fig. 14: Rideau sonore

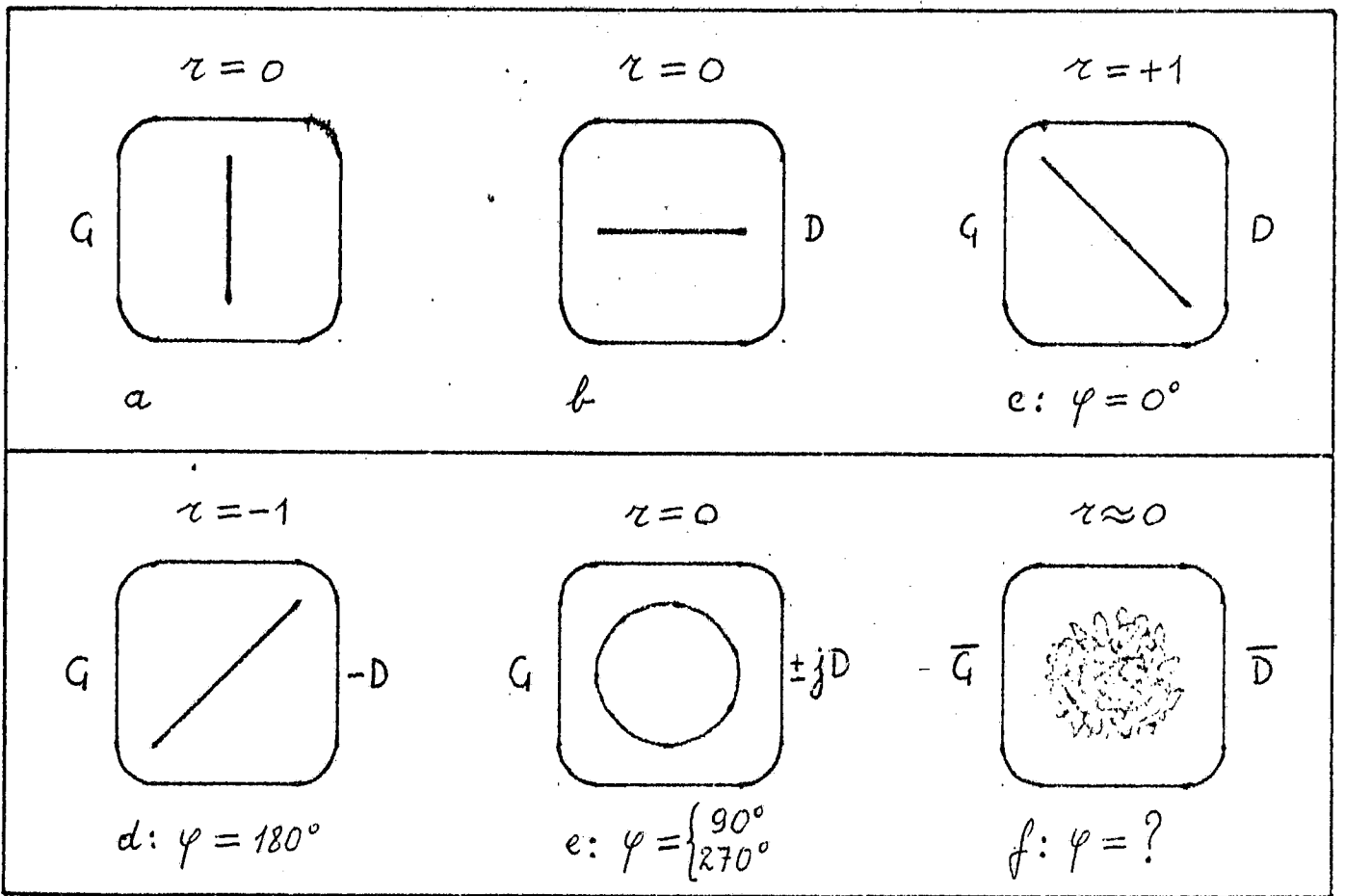


Fig. 16: Principe des figures de Lissajou ($r =$ coefficient de corrélation)

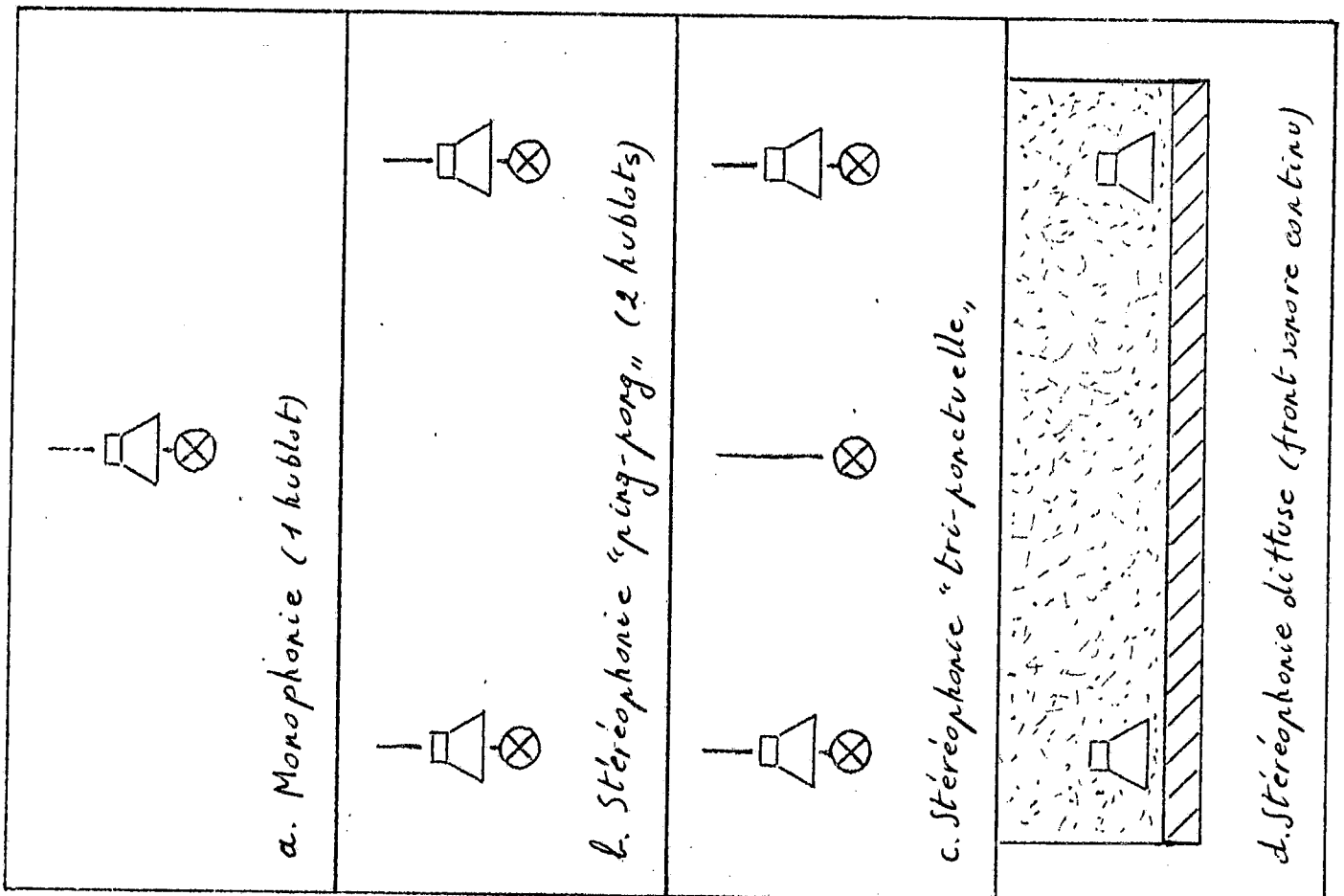
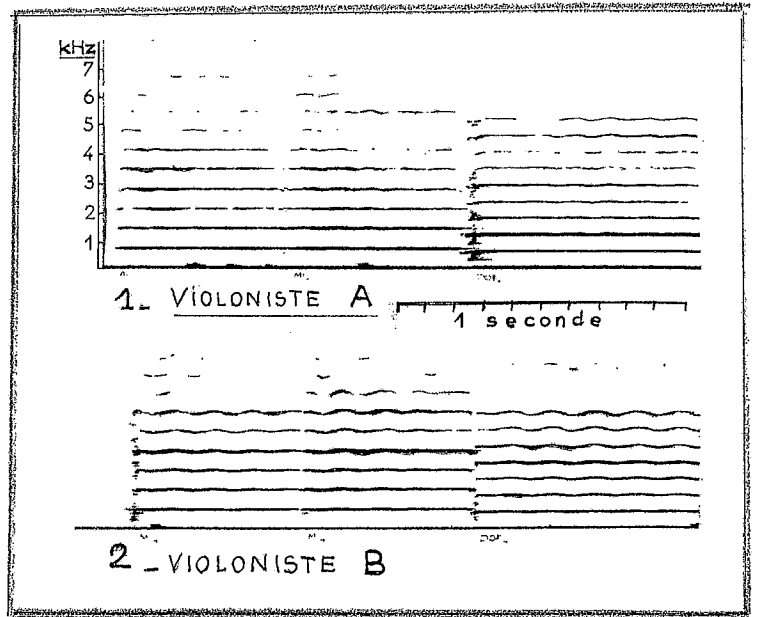


Fig. 15 Evolution de la stéréophonie.

n) - Violon - Deux interprètes

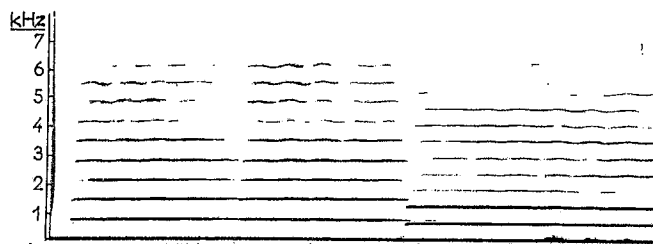
Deux violonistes s'imitant au mieux, jouant la même mélodie à l'unisson et enregistrés séparément sur les deux pistes d'un magnétophone stéréo sont parfaitement identifiables. On voit sur le sonagramme que le violoniste B a un jeu plus franc que A (l'interruption du son au changement de sens de l'archet est très brève) un vibrato plus régulier et plus ample.



o) Violon - "Duo" en play-back

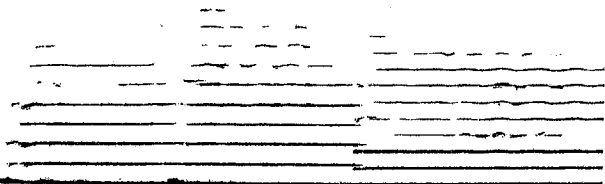
Le même violoniste a joué deux fois de suite la même mélodie en play back.

Les sonagrammes montrent bien qu'il s'agit de deux interprétations originales : attaques, vibrato, modifications spectrales. Un musicien ne peut pas reproduire deux fois de suite la même chose, même avec la meilleure bonne volonté!



1 - Solo Violoniste A

1 seconde

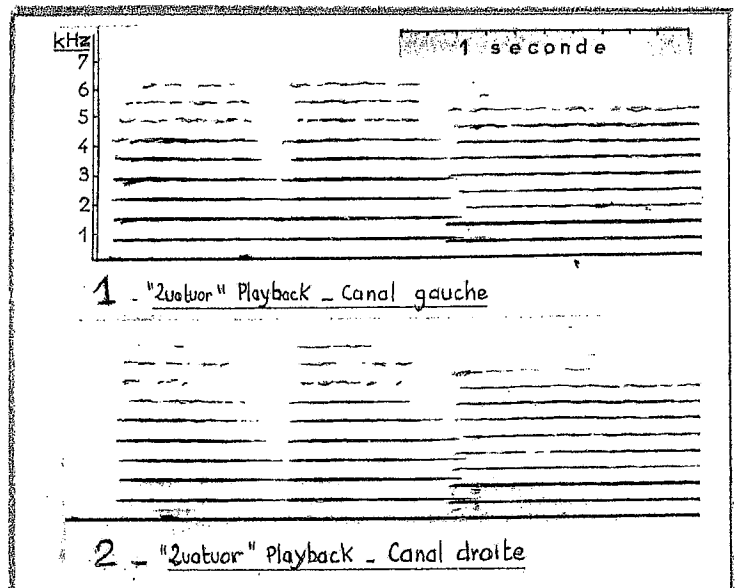


2 - "Duo" Play-back Violoniste A

p) Violon - "Quatuor" en play-back

Mêmes observations lorsqu'on compare quatre interprétations successives du même violoniste se retranscrivant en Play-back. Sur chaque sonagramme on distingue bien 2 interprètes simultanés.

Nous avons bien affaire à quatre instrumentistes, très semblables mais bien différenciés.



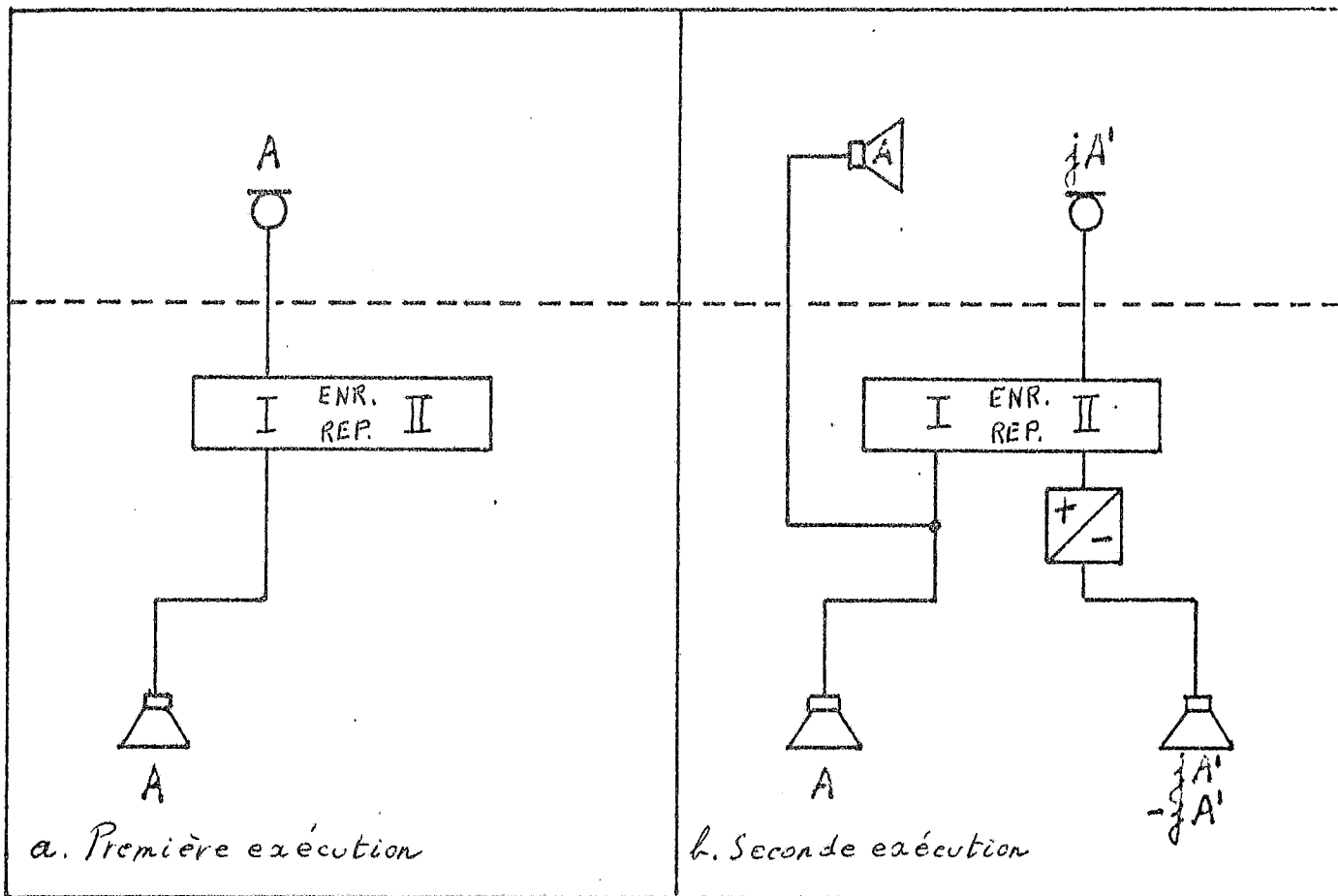


Fig. 17. Principe du "PLAY-BACK" en écoute "PING-PONG"

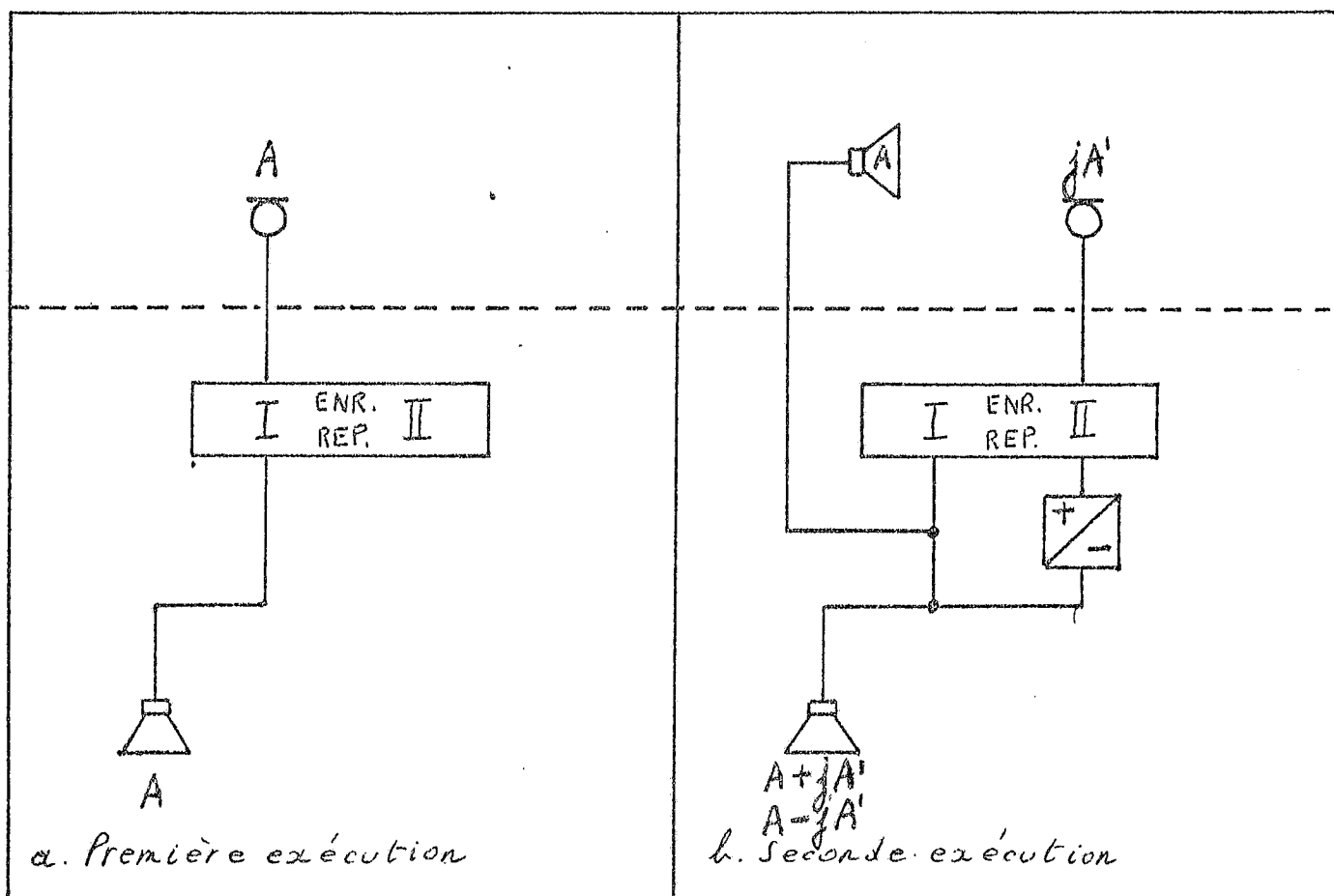
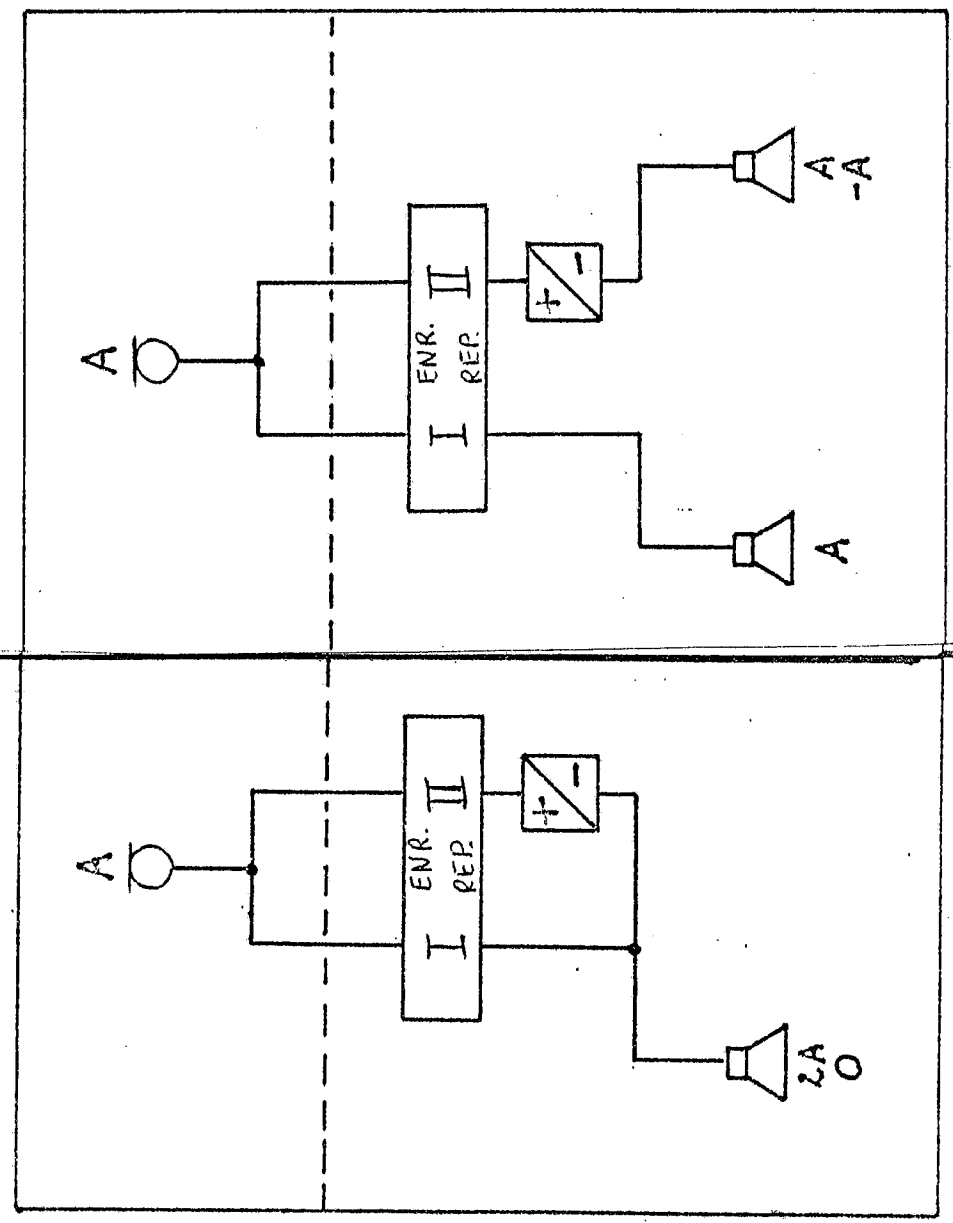


Fig. 20. Principe du "PLAY-BACK" en écoute monophonique.



7-21. Principe de l'enregistrement simultané en écoute monophonique.

Fig 22. Principe de l'enregistrement simultané en écoute stéréophonique.

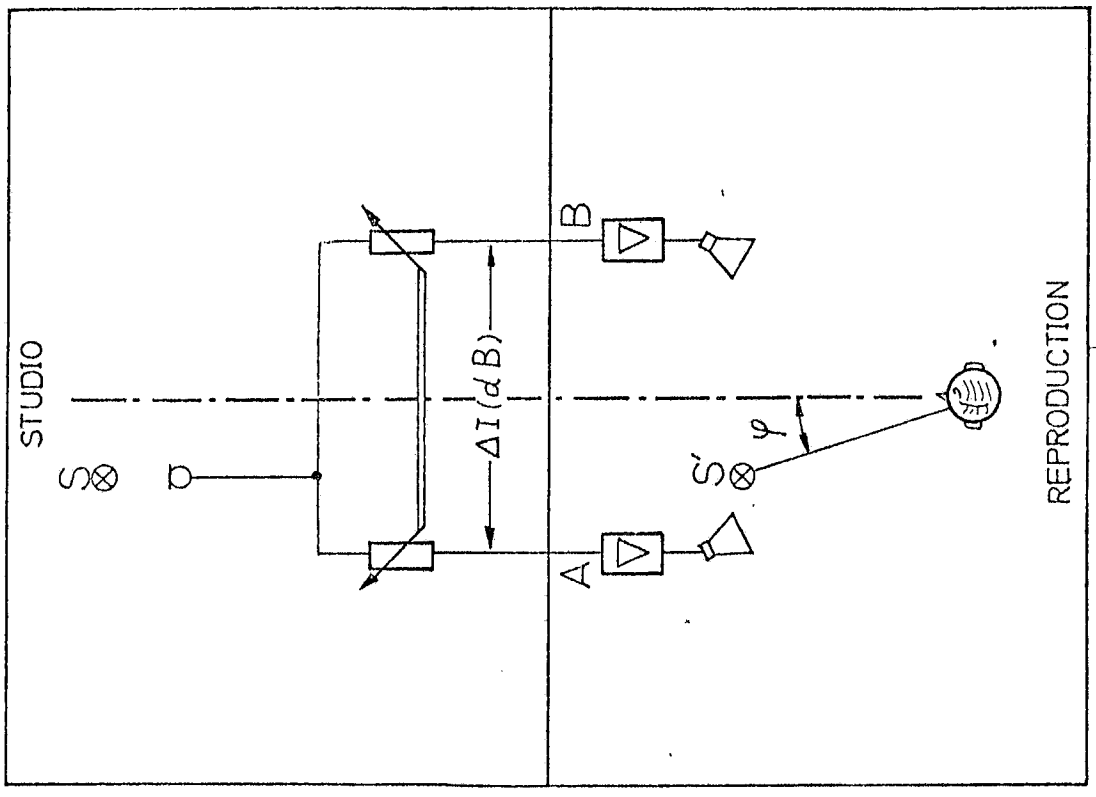


Fig.25 Principe du potentiomètre panoramique

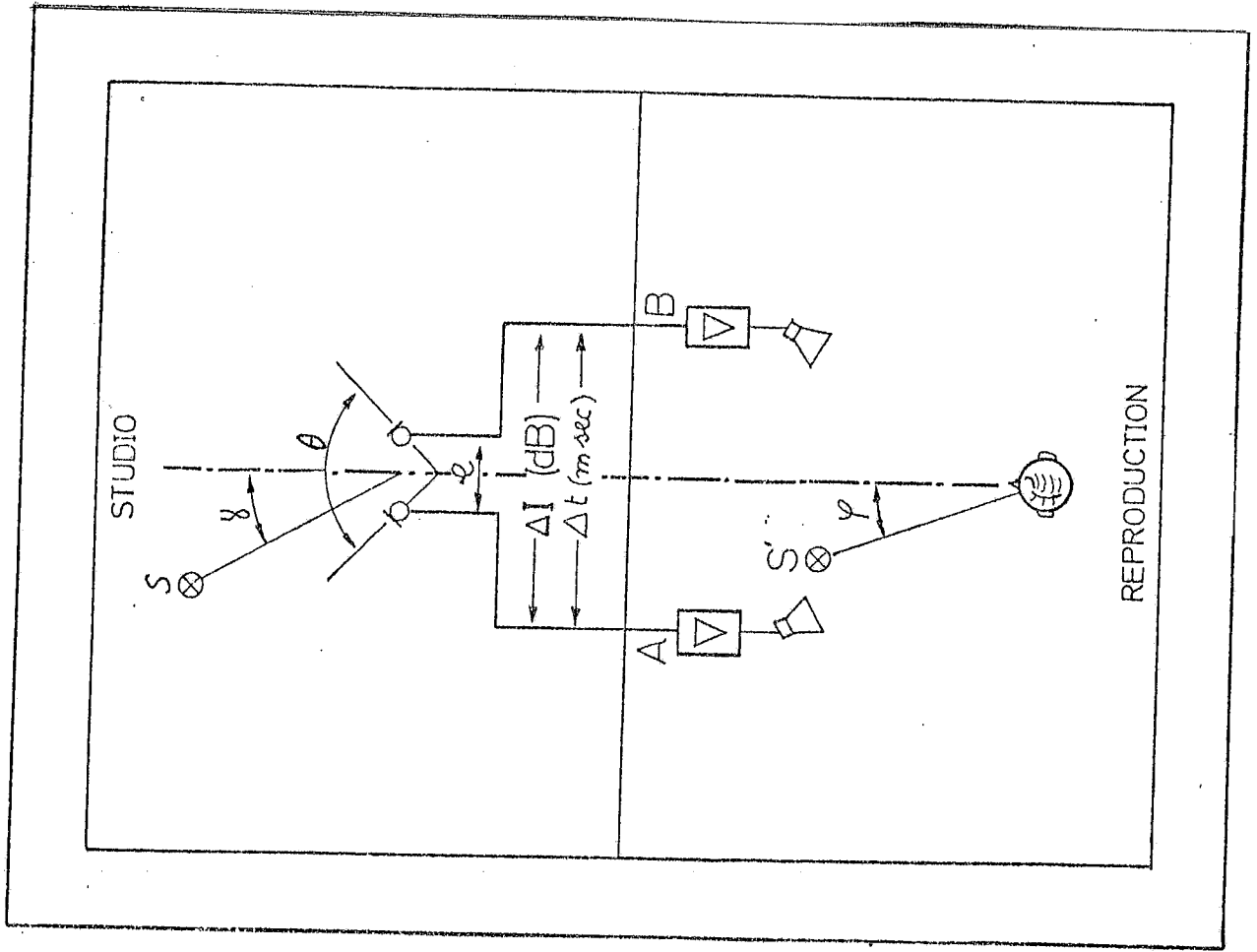


Fig. 28: Principe de la stéréophonie naturelle

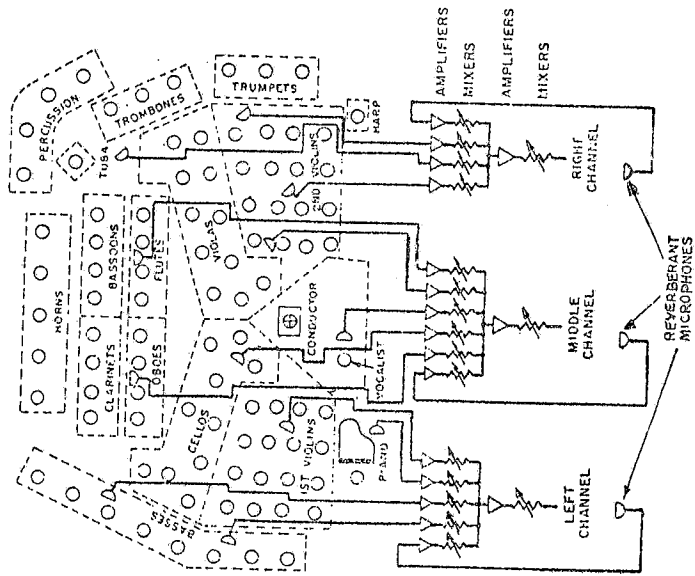


Fig. 26: Stéréophonie tri-pointuelle

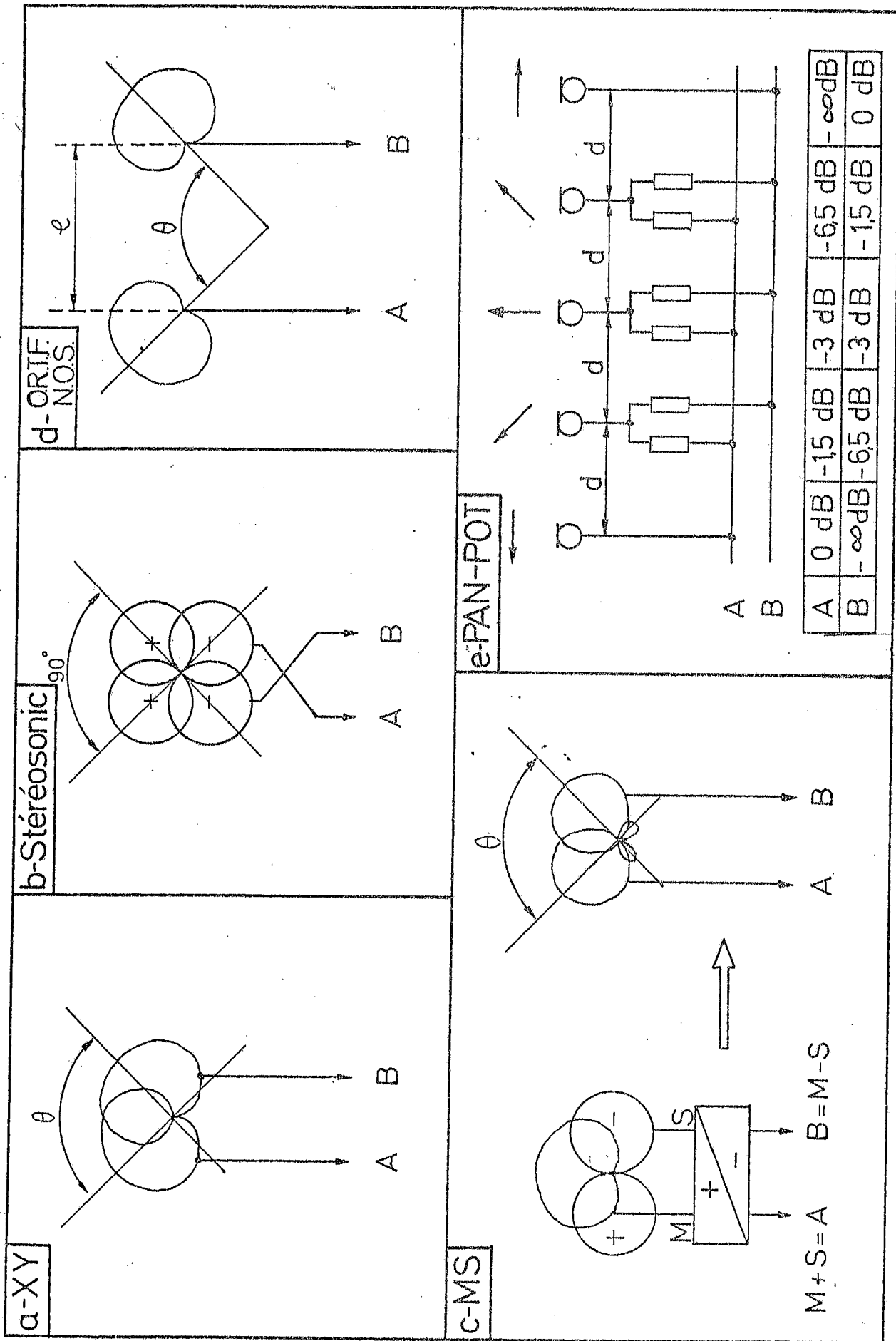
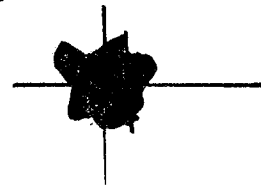


Fig. 29. Stéréophonie - Systèmes

Fig 18 Play-back en phase



Fig 19 Play-back en phase



Parallèle :

en phase

en opposition

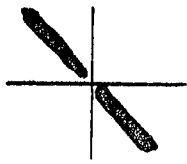


Fig 23

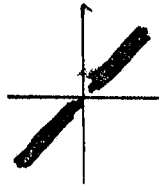


Fig 24

PAN POT

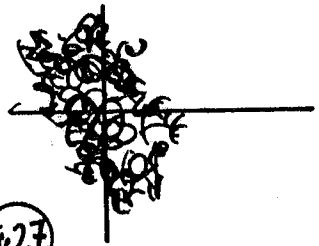


Fig 27

Fig 30

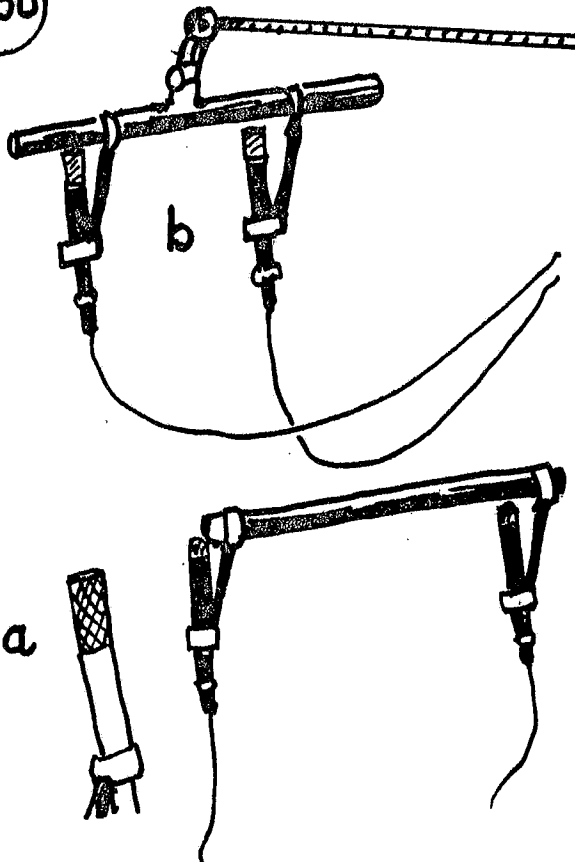
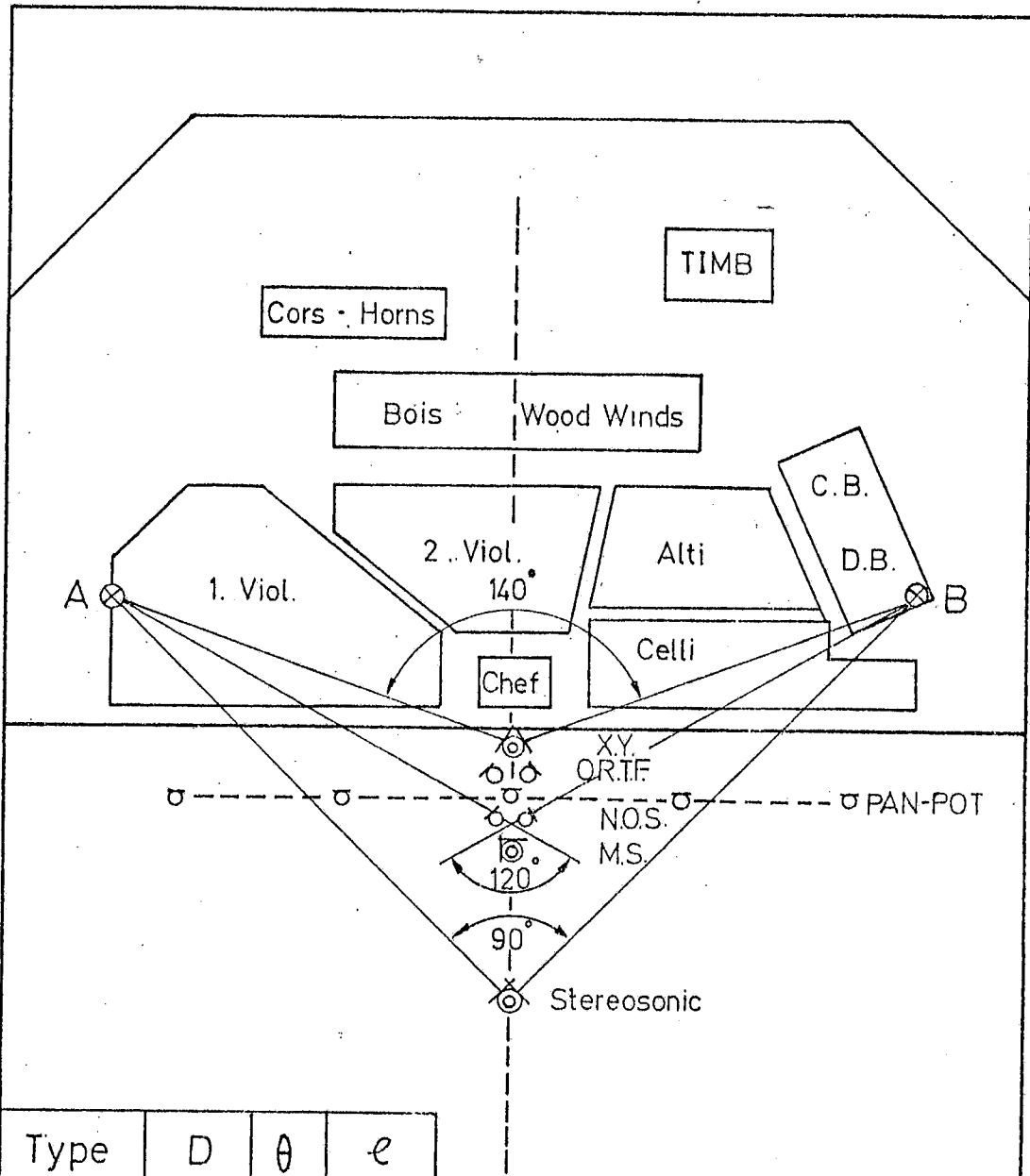


Fig 31

XY





Type	D	θ	e
XY	Cardioïde	135°	0
Stereoso.	Bi dir. Velocity	90°	0
MS (M S)	Cardioïde	0°	0
	Bi/Veloc.	90°	
O.R.T.F.	Cardioïde	110°	0,17 m
N.O.S.	Cardioïde	90°	0,30 m
PAN-POT	Cardioïde	0°	2,85 m

D: Diagramme polaire
 θ : Angle d'ouverture microphonique
 e : Distance entre microphones
 D- Polar pattern
 θ - Angle between microphones
 e - Distance between microphones

Fig 32. Stéréophonie - Implantations

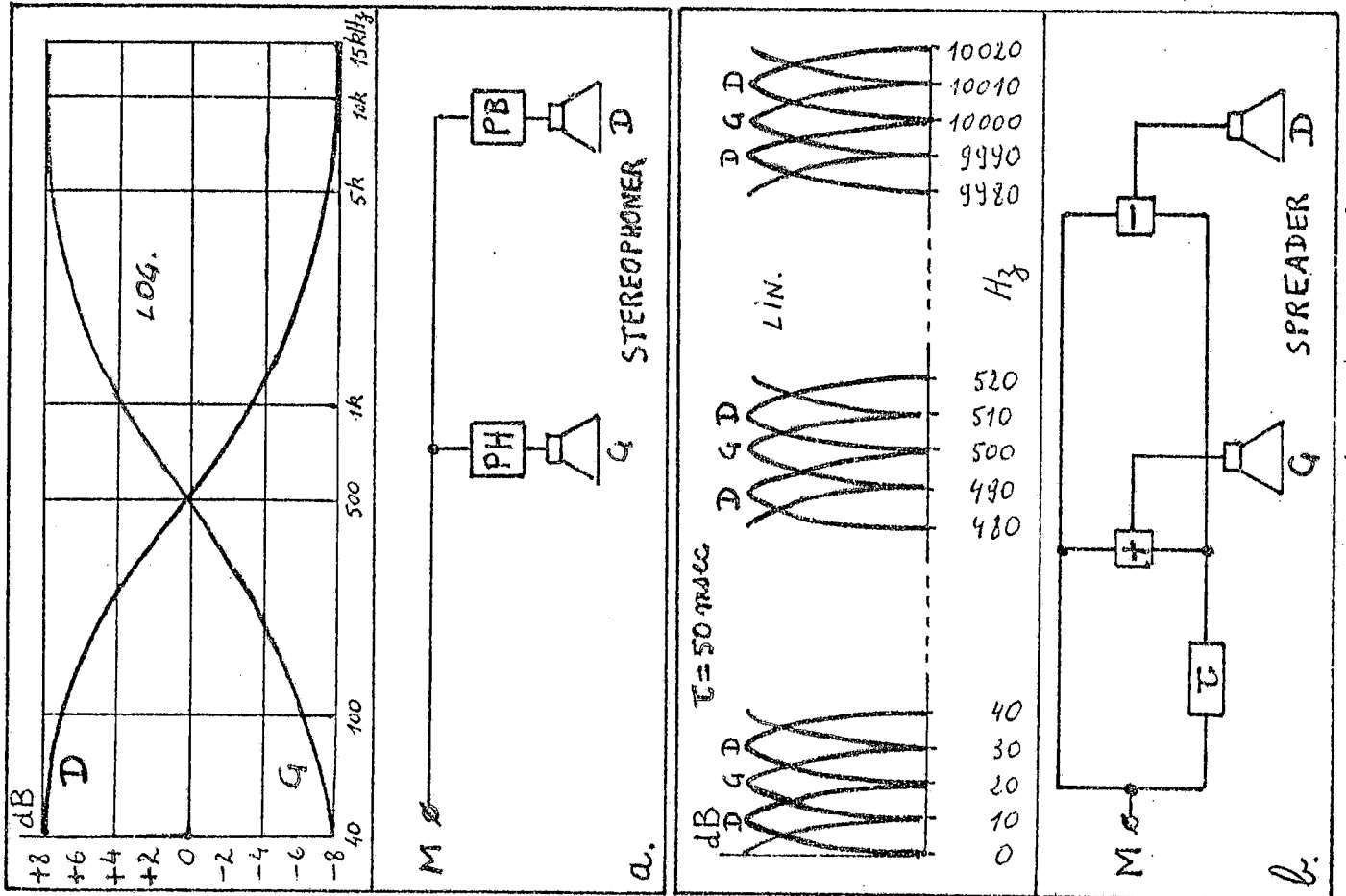


Fig. 33. Pseudostéréophonie-légende

PH Filtre passe-haut
 PB Filtre passe-bas
 T ligne de retard

Fig 34



Fig 35

