



# Documents Jean-Marie Porcher

A T E L I E R  
D E  
R E C H E R C H E S  
T E C H N I Q U E S

°

H E X A P H O N I E

°

Depuis octobre 1977 le Groupe Central de Prise de Son de Radio France a entrepris et animé chaque vendredi soir, avec la participation de l'Atelier de Création Radiophonique de France Culture, un Atelier de Recherches Techniques appliquées.

Les premiers travaux de cet Atelier ont été volontairement limités à l'expérimentation pratique des moyens nécessaires à la mise en place, pour l'écoute d'une production dramatique, d'un environnement sonore total de l'auditeur.

C'est un état présent des études et expériences déjà engagées que l'on trouvera résumé dans les quelques notes qui suivent

°

Pour la saison 78-79, et dans un même esprit de recherche appliquée, les séances de travail de l'Atelier de Recherches Techniques vont être reprises en vue,

- de poursuivre l'étude des possibilités d'environnement sonore total de l'auditeur ou mieux d'un auditoire par le moyen de six haut parleurs ou par tout autre système.
- d'analyser - et de résoudre peut-être - certains problèmes particuliers se posant lors d'un enregistrement en stéréophonie.

°

1 9 7 8

Exceptionnellement, et pour reprendre contact, une première série d'écoutes suivies de discussions sera

organisée à l'Auditorium du cinquième étage de la  
 Maison de Radio France, les  
~~jeudi 28~~ novembre de 14 h à 24 h  
~~vendredi 29~~ novembre de 9 h à 24 h  
~~et samedi 25 novembre de 9 h à 13h.~~

Au cours de ces séances d'écoute sera diffusée une  
 sélection d'émissions dramatiques et de parties  
 d'émissions dramatiques françaises ou étrangères  
 choisie parmi des productions présentées au Prix  
 Italia 1978 ou aux Rencontres des Ateliers de  
 Prise de Son et Experts en Dramatiques qui se  
 seront tenues à Hilversum du 30 octobre au  
 3 novembre . Le détail du programme sera arrêté  
 vers le 15 novembre prochain.

o

Quant aux habituelles séances de travail de  
 l'Atelier de Recherches Techniques elles repren-  
 dront leur cours régulier à dater du 30 novembre,  
 chaque jeudi à 20 h 30 au studio 114 : le jeudi,  
 mieux que le vendredi, semblant convenir à chacun.

Il va de soi que techniciens, réalisateurs,  
 assistants, producteurs, toutes personnes des  
 équipes de production ainsi que nos hôtes  
 étrangers de passage à Paris, sont chaleureusement  
 invités à venir participer aux travaux de  
 l'Atelier de Recherches Techniques.

o

A T E L I E R  
 D E  
 R E C H E R C H E S  
 T E C H N I Q U E S  
 téléphone 224 3203  
 ou 224 3663  
 pièce 3744  
 ou 6231

A T E L I E R  
 D E  
 R E C H E R C H E S  
 T E C H N I Q U E S

°

H E X A P H O N I E

°

Liés au renouvellement du matériel des studios de Radio France les premiers travaux de l'Atelier de Recherches Techniques ont eu pour visée d'étudier les possibilités d'exploitation maximales des moyens nouveaux disponibles.

Les recherches initiales ont été axées très précisément sur l'écoute, dans un environnement sonore total de l'auditeur, des émissions dramatiques, c'est-à-dire des émissions fondées sur un mélange de paroles de musiques et de bruits.

°

Dans un premier temps, ayant fait le choix d'une reproduction par quatre haut parleurs disposés aux sommets d'un carré, il a fallu chercher quel agencement de microphones pourrait réaliser cet environnement. Un certain nombre d'essais mettant en jeu la position, le nombre, les caractéristiques de directivité des microphones ainsi que leur orientation vers les haut parleurs, a été entrepris. Voici la succession des essais effectués,

- tenter de faire décrire un cercle à une voix fixe en studio, à l'aide d'un microphone orienté par potentiomètres panoramiques vers les quatre haut parleurs : l'image de la source est toujours instable, le parcours souvent irrégulier surtout en ce qui concerne les bases latérales où l'image de la voix saute de l'avant à l'arrière et est rarement perçue comme venant d'une position intermédiaire; de plus le moindre mouvement de l'auditeur fait basculer l'image dans le même sens.
- la même expérience, voix fixe en studio dont l'image parcourt un cercle sur les haut parleurs, fut reprise en employant un couple stéréo AB, chaque micro étant dirigé vers les haut parleurs à l'aide d'un joystick, les positions des deux joysticks étant continuellement en quadrature l'une par rapport à l'autre : il a été constaté que l'image de la voix était beaucoup plus stable et que les mouvements de l'auditeur avaient moins d'influence sur la position de l'image; cependant, si l'amélioration très nette était satisfaisante pour la base frontale et la base arrière, une irrégularité de parcours inadmissible demeurait sur les bases latérales.

• une série d'expériences employant un groupe de quatre micros corrélés puis un groupe de huit micros corrélés, le comédien n'étant plus fixe mais décrivant le mouvement que l'on cherchait à réaliser, ou prenant une place déterminée par rapport au groupe de micros.

On a pu constater alors, dans les meilleurs cas,

que les déplacements continus de la source réelle, la voix du comédien, donnaient des images comparables très satisfaisantes sur la base frontale et sur la base arrière, mais irrégulières sur les bases latérales, sautant facilement de l'avant à l'arrière.

qu'il est difficile de localiser avec précision une source fixe ains que les positions relatives des images de deux sources fixes et ceci particulièrement en ce qui concerne les bases d'écoute latérales.

que tout écart de position de l'auditeur par rapport au centre d'écoute entraîne des aberrations.

•

Ultérieurement, mettant en cause le système d'écoute utilisé, la position et le nombre des haut parleurs ont été modifiés et la solution suivante adoptée, jusqu'à ce jour :

six haut parleurs placés aux sommets d'un hexagone régulier. (Ces expériences sont corroborées par l'étude de Plenge et Theile sur la localisation des sources fantômes.)

Le même processus d'expériences que lors des recherches avec quatre hauts parleurs a été repris en commençant par une voix fixe en studio, dont l'image sur haut parleurs parcourt un cercle, grâce à un micromono ou à un couple stéréo AB orienté par potentiomètres panoramiques.

Une grande amélioration sur les bases latérales a été constatée immédiatement : le mouvement étant régulier sur l'ensemble du parcours. Seules subsistaient les erreurs de localisation dues aux mouvements de l'auditeur.



Il fallut alors chercher une prise de son cohérente avec cette écoute permettant une évolution en studio du comédien qui créerait ainsi, lui-même, les mouvements désirés et une continuité d'ambiance sur l'ensemble des six haut parleurs.

L'agencement auquel on est parvenu est le suivant :

six microphones schoeps, capsule MK5, directivité cardioïde, répartis en deux couches parallèles de trois micros

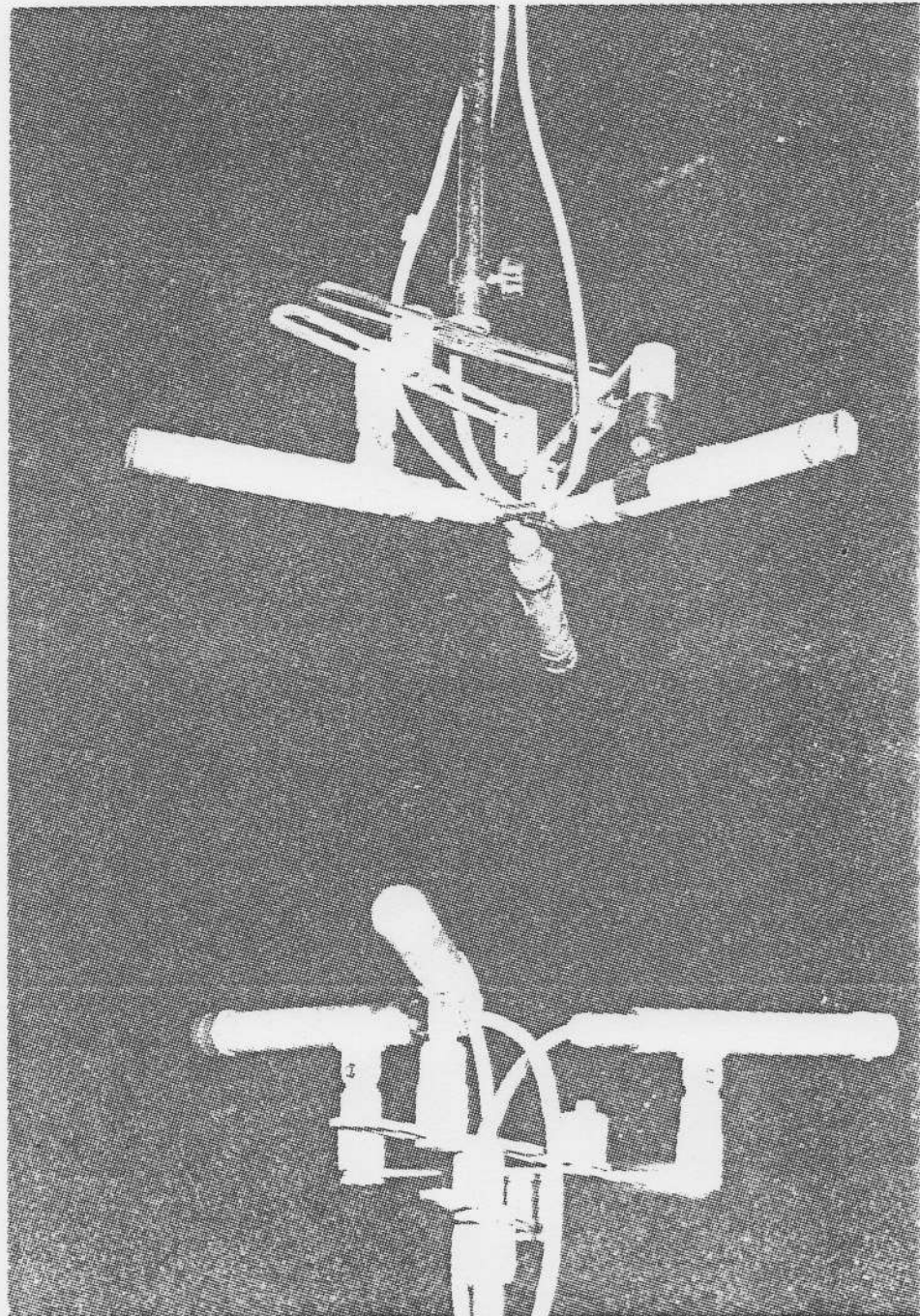
sur chaque couche les micros sont placés aux sommets d'un triangle équilatéral de 35 cm de côté

les axes des micros forment entre eux des angles de  $120^\circ$

les deux couches sont placées de telle façon que les micros forment trois à trois des triangles équilatéraux de 35 cm de côté

chaque micro correspond à un seul haut parleur

Il a été demandé au comédien de décrire des cercles autour du groupe de micros allant de 0,75 à 2,5 m de rayon. L'image de ce parcours est absolument régulière et ne laisse apparaître aucune différence de couleur sonore.



Puis une comparaison des positions relatives de deux comédiens a été effectuée : les images sonores étaient situées avec précision et correspondaient bien aux places choisies par les comédiens en studio, lors de l'enregistrement.

De plus, il a été remarqué que la perception des images était moins altérée par les mouvements de l'auditeur et de ce fait la zone d'écoute se trouvait être élargie.

o

Tous ces essais furent réalisés dans la pièce amortie du studio 111 de Radio France - 150 m<sup>3</sup> - afin d'éliminer les différences acoustiques normales d'un studio de dramatique.

Puis on a procédé à l'enregistrement d'une scène de Macbeth, le réalisateur jouant sur les différentes couleurs acoustiques offertes par la grande salle de concert de la Maison de Radio France, studio 104.12000m<sup>3</sup>.

Cet enregistrement-test fut présenté par Radio France lors du Festival International du Son de mars 1978

o

A T E L I E R  
D E  
R E C H E R C H E S  
T E C H N I Q U E S

o

H E X A P H O N I E

o

# Documents Jean-Marie Porcher

Essais de déplacements d'une source sonore dans un espace matériellement réalisé par 4 H.P. aux sommets d'un carré

Source mono, fixe en studio, devant parcourir le carré formé par les H.P. par différence d'intensité uniquement

emploi des panpots de la console  
avant gauche - avant droite  
avant droite - arrière gauche  
arrière gauche - arrière droite  
arrière droite - avant gauche

Le son semble parcourir le carré mais le déplacement n'est pas régulier surtout sur les côtés (av-ar)

Différence de couleur selon position du son, entre les H.P. ou dans les H.P.

Le moindre déplacement de la tête entraîne un déplacement de la source

emploi d'un joystick décrivant le carré "physique" maximum

Le déplacement correspond d'avantage à un carré

La différence de couleur dans les coins (H.P.) est améliorée

Le moindre déplacement de la tête entraîne un déplacement de la source

Source Stéréo effectuant le même parcours

La source est captée par un couple ORTF de micros Shoeps 17cm 110°, et est située dans le plan médian

Chaque micro aboutit à un joystick et le parcours est réalisé en tenant les deux joysticks à 90° l'un de l'autre

Le problème des angles n'est pas résolu

Le parcours est plus stable

Même expérience mais en faisant décrire aux joysticks non plus le carré maximum mais un cercle maximum

Le son semble décrire une circonférence la couleur est beaucoup plus stable

Essais de réaliser ce parcours par le déplacement du comédien en studio

Le comédien décrit un carré de 2m de côté ayant en son centre un ensemble de 4 micros Shoeps cardio disposés aux sommets d'un carré de 17cm de côté. les axes des micros formant des angles de 90° entre eux

Acoustiquement le parcours est très inégal. Dissymétrie du studio?

Même expérience dans la pièce amortie complètement fermée avec tapis au sol

Déplacement plus homogène acoustiquement, mais peu régulier sur les côtés latéraux. Le son reste longtemps au niveau des H.P.

Un 5° micro Shoeps omni est ajouté au centre du carré, et est réparti également sur les 4 voies et électriquement en phase

Résumé des essais

4 micros cardio formant un point axes des micros angles de  $90^\circ$

4 micros cardio aux sommets d'un carré de 17cm axes des micros formant angles de  $90^\circ$

25cm

35cm

50cm

35cm axes des micros parallèles et verticaux

4 micros omni aux sommets d'un carré de 17cm

35cm

50cm

4 micros cardio aux sommets d'un carré de 2m axes des micros dirigés vers le centre du carré



## 6 H.P. aux sommets d'un hexagone régulier

6 micros cardio répartis

**A** en 1 couche de 6 micros

les micros sont dans un même plan aux sommets d'un hexagone de 17 cm de côté les axes de deux micros consécutifs forment un angle de  $60^\circ$

**B** en 2 couches de 3 micros

**I** sur une couche les micros sont aux sommets d'un triangle équilatéral de 35cm de côté. Leurs axes forment des angles de  $120^\circ$  entre eux et sont situés dans le même plan horizontal

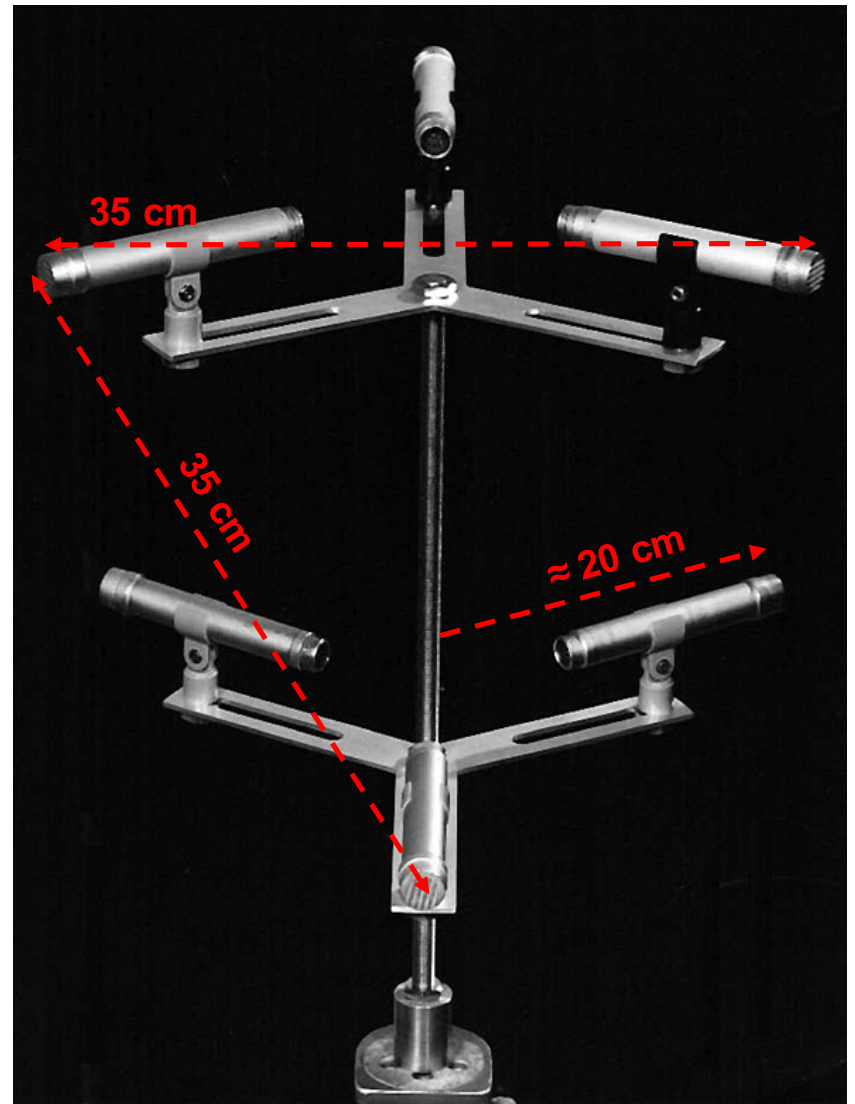
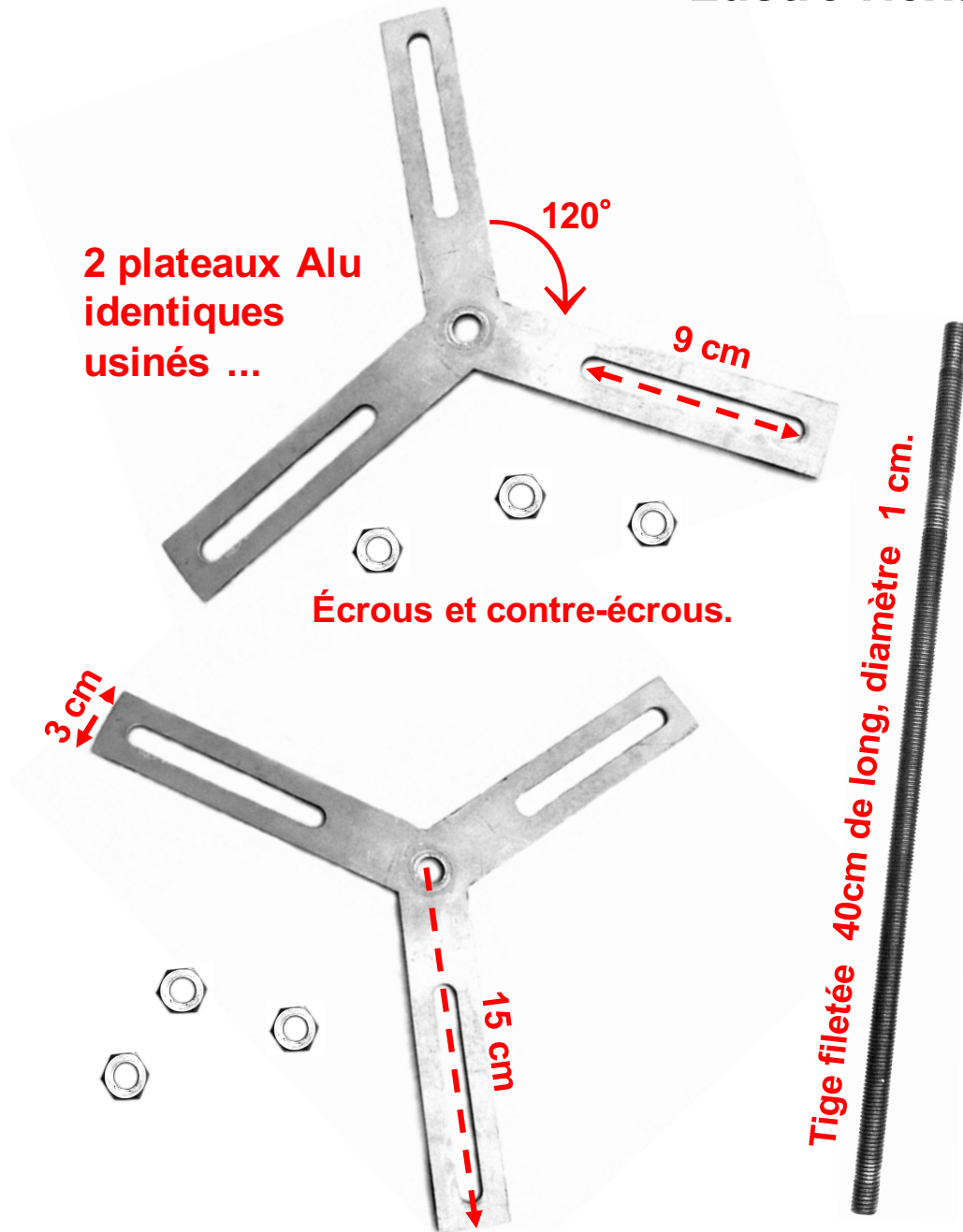
les deux couches sont parallèles et disposées de telle façon que les micros forment 3 à 3 des triangles équilatéraux de 35 cm de côté

**II** idem: mais les axes des micros ne sont plus dans un même plan mais sont inclinés de manière à ce que les axes de 2 micros qui ne sont pas sur la même couche forment un angle de  $60^\circ$  (présence moindre différence de couleur)

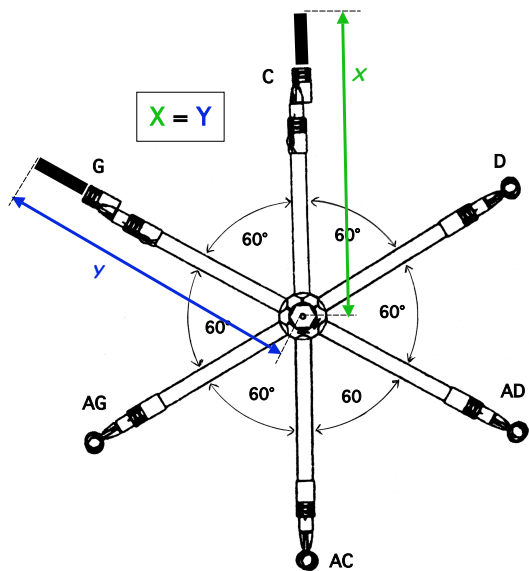
**III** les axes des micros sont dans deux plans parallèles Les micros forment entre eux des triangles équilatéraux de 17 cm de côté

|   | angle de 2 micros<br>° en projection | distance de 2 micros<br>en cm | angle axe horizon<br>en ° |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 couche  | 60                                   | 17                            | 0                         |
| 2 couches   |                                      |                               |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | 0                         |
| sup   | 120                                  | 35                            | 0                         |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 17                            | 0                         |
| sup   | 120                                  | 17                            | 0                         |
| entre les 2   |                                      | 17                            |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | 0                         |
| sup   | 120                                  | 17                            | 0                         |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 17                            | 0                         |
| sup   | 120                                  | 35                            | 0                         |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | -30                       |
| sup   | 120                                  | 35                            | +30                       |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 33                            | -45                       |
| sup   | 120                                  | 33                            | +45                       |
| entre micros opposés dans le prolongement distance 45 à 50 cm |                                      |                               |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | -40                       |
| sup   | 120                                  | 35                            | +45                       |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | -45                       |
| sup   | 120                                  | 35                            | -45                       |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |
| inf   | 120                                  | 35                            | -90                       |
| sup   | 120                                  | 35                            | +45                       |
| entre les 2   |                                      | 35                            |                           |

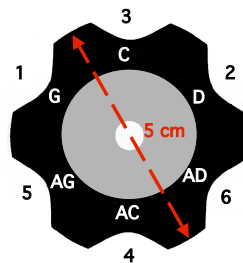
# Lustre Hexaphonique 1978 :



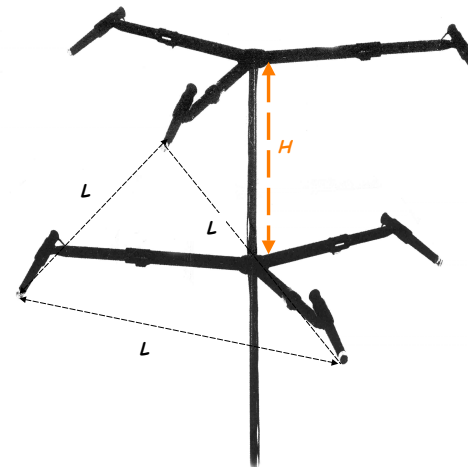
**Création Radio France**  
***(6 Schoeps Cardioides)***



## CAPTATION EN HEXAPHONIE 6.0



Copyright © 2007 Bernard Lagnel



### Calcul de la longueur des bras et la hauteur des 2 plateaux , pour juxtaposer les 6 angles de prise de son...

POUR UNE COUVERTURE TOTALE (G à D) DE 120° :

- SUPER CARDIO (0,375) :
  - à 1,5 m de la source X = 36 cm et H = 40 cm
  - à 2,0 m de la source X = 40 cm et H = 45 cm
  - à 3,0 m de la source X = 44 cm et H = 49 cm
- CARDIO (0,5) :
  - à 2,6 m de la source X = 48 cm et H = 54 cm
  - à 3,0 m de la source X = 50 cm et H = 56 cm
  - à 4,0 m de la source X = 52 cm et H = 58 cm

POUR UNE COUVERTURE TOTALE (G à D) DE 120° :

- INFRA OU HYPO (0,660) :
  - à 3,1 m de la source X = 56 cm et H = 63 cm
  - à 3,8 m de la source X = 58 cm et H = 65 cm
  - à 5,0 m de la source X = 60 cm et H = 67 cm
- OMNI (1) :
  - à 5,5 m de la source X = 72 cm et H = 80 cm
  - à 8,0 m de la source X = 74 cm et H = 83 cm
  - à ∞ de la source X = 77 cm et H = 83 cm

SON MULTICANAL

# Le multicanal : grand coup d'envoi pour Radio France

Bien qu'en France la radio numérique par satellite ne connaisse qu'un faible développement, Radio France a mis au point des techniques pour le son spatial. Ce centre d'enregistrement et de post-production vient de se doter d'un outil dernier cri pour le multicanal avec le nouvel équipement de sa cabine 104. Didier Gervais, directeur du pool son nous a invité à découvrir cette nouvelle installation.

Par Jean-José Wanègue



Commençons par un peu d'histoire. L'idée de regrouper toutes les activités liées à la radio était dans l'air avant la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale. A cette époque, la télévision était encore une expérience de laboratoire et la radio jouait un rôle majeur en tant que moyen d'information et de distraction. Mais il était déjà clair dans l'esprit des personnes responsables de la diffusion radiophonique (sous contrôle de l'état français) que tôt ou tard ils auraient besoin de construire un centre commun sous la pression de l'évolution technique. Malheureusement la guerre mit fin à cette idée qui présentait déjà ce que de nos jours nous appelons la convergence. Une fois la paix revenue la priorité était de reconstruire le pays et d'offrir à une population qui avait tant souffert et tout perdu des habitations (HLM), chose d'autant plus urgente que le baby-boom arrivait. Finalement en 1952 l'état lança un concours d'architectes sur la base d'un cahier des charges très strict pour la construction d'un centre. En décembre 1952 le projet de l'architecte Henry

Bernard fut retenu. Mais comme en France les choses ne sont jamais simples surtout avec l'administration, il fallut environ 10 ans pour construire ce bâtiment technique. Avec son style unique et ses caractéristiques, 40 ans plus tard ce bâtiment est aujourd'hui perçu comme un élément indissociable du paysage parisien et représente une étape importante dans l'histoire de la radio et de la télévision française. La Maison de la Radio où se trouve située Radio France, fit ses débuts en 1962 et fut officiellement inaugurée par le Président de la République, le Général de Gaulle, le 14 décembre 1963.

## Un rapide coup d'œil à la Maison de la Radio

La Maison de la Radio est à la fois un monument et un centre technique qui doit remplir sa mission avec efficacité. Ce qui veut dire que sa conception doit offrir une harmonie entre l'esthétique et la fonctionnalité. A l'époque de sa construction cette réalisation était présentée

comme un carrefour entre les journalistes, les artistes et les hommes de la technique, et un lieu largement ouvert au public désireux de venir écouter les productions et les concerts qui y sont réalisés. Ceci s'est concrétisé par un bâtiment fait de trois anneaux concentriques embrassant une tour de 65 mètres de haut dans laquelle sont abritées les collections musicales et les archives sonores. Dans sa conception originale cette tour devait faire 130 mètres de haut mais la Direction des Bâtiments de France en interdit la construction et pour être sûr que par la suite on ne pourrait pas augmenter la hauteur de cette tour, il fut exigé que ses fondations soient modifiées en conséquence. L'anneau extérieur est dédié aux bureaux administratifs dans sa partie supérieure, tandis que dans sa partie inférieure on trouve les foyers d'artistes. Côté Seine on trouve les entrées réservées au public. L'anneau intermédiaire abrite les studios d'enregistrement (20 au total), à l'exception des studios pour la diffusion des émissions radio qui eux sont localisés dans la partie supé-

rieure de l'anneau extérieur en raison de leurs dimensions réduites. Dans l'anneau intérieur se trouvent toutes les installations techniques. Cette disposition particulière fut adoptée afin de réduire au minimum les distances entre les studios, les cabines techniques et le centre de distribution des modulations. On doit garder présent à l'esprit qu'à cette époque on ne disposait pas de signaux numériques pour la transmission des informations. Il était donc très important d'organiser le flux des informations selon un parcours logique en fonction de chacune des étapes de la production afin de transmettre tous ces signaux sur la distance la plus courte possible. Cette disposition concentrique avec l'enregistrement des signaux en partie périphérique qui se dirigent vers l'intérieur pour la production, pour finalement converger vers le centre pour leur distribution, était la meilleure des solutions que l'on puisse trouver au regard de l'espace limité accordé pour cette construction.

### Une source chaude

A cette époque l'écologie et les économies d'énergie étaient déjà une préoccupation pour les responsables de ce projet. La solution qu'ils retinrent pour le chauffage et la climatisation de ce centre était une petite révolution en soi. Ils décidèrent d'utiliser une pompe à chaleur, une technologie encore très rarement utilisée à l'époque

en France. Pour alimenter un tel système avec un flux suffisant et stable d'eau chaude, un puits fut creusé jusqu'à 400 mètres de profondeur pour capter une source chaude à 27 °C.

### A propos des studios

L'anneau extérieur fonctionne comme un écran sonore pour isoler l'ensemble des studios du bruit environnant. De plus chaque studio d'enregistrement a été construit sur le principe de "la boîte dans la boîte" ce qui permet d'avoir une bonne isolation de l'extérieur mais aussi entre les studios eux-mêmes. Ainsi 2 studios voisins peuvent avoir des enregistrements simultanés sans risque d'interférence (schéma 2). On trouve des studios pour la musique, des studios pour les fictions radiophoniques, et des studios pour l'organisation de débats. Le studio 104, rebaptisé studio Olivier Messiaen, a été conçu pour accueillir des orchestres symphoniques et peut recevoir jusqu'à 900 spectateurs. Il a un volume de 1 200 m<sup>3</sup>. Son temps de réverbération est de 1,7s. Bien sûr ce temps de réverbération a tendance à diminuer en présence du public. Même lors d'enregistrement sans public, les ingénieurs du son opérant ici trouvent cette salle un peu mate et considèrent qu'un RT de 1,8 à 1,9 s serait l'idéal. Il y a un projet de traitement acoustique de ce studio pour augmenter ce temps de réverbération, mais pour le moment aucun budget n'est disponible pour une telle opération. Le studio 103 a un volume de 8 000 m<sup>3</sup> et a été conçu pour accueillir des orchestres symphoniques soit pour des enregistrements, soit pour des répétitions. Il ne peut pas recevoir de public. Il a un temps de réverbération de 1,4 s. Le studio 105 (qui a été rebaptisé Studio Charles Trénet) et le 106 (rebaptisé studio Sacha Guitry) sont beaucoup plus petits et ont été conçus pour recevoir des orchestres de musique de chambre et des petits ensembles. Ils peuvent accueillir entre 200 et 250 spectateurs. Tous ces studios ont été l'objet de la plus grande attention dans leur traitement acoustique. Dans le studio Olivier Messiaen (photo 3) on trouve de grandes fresques murales qui ont été placées là pour le traitement acoustique de cette salle. Ces éléments artistiques ont été classés par les beaux arts. Le studio 106 dispose de panneaux mobiles pour pouvoir ajuster à la demande l'acoustique de cette salle.



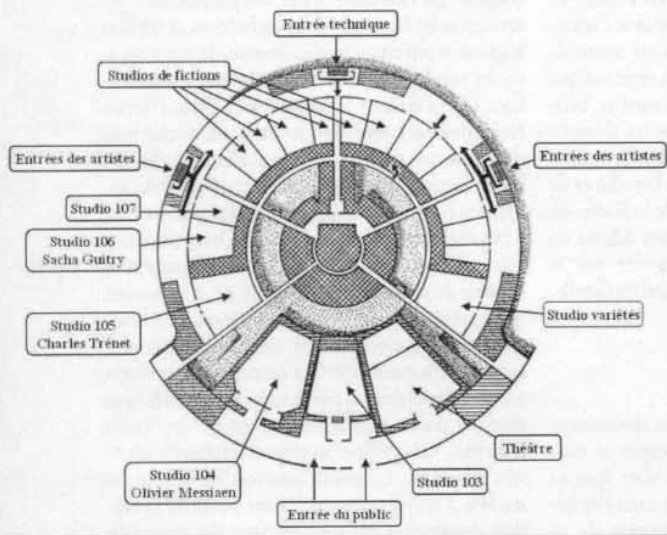
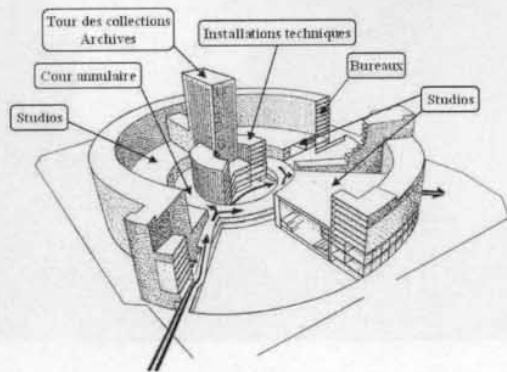
3) Le studio Olivier Messiaen (anciennement studio 104) destiné aux concerts symphoniques.

à ses tous débuts. Il n'était pas encore possible de diffuser des programmes radio en stéréophonie. Le réseau de diffusion FM fut lancé en France en 1954 et ce n'est qu'en 1959 qu'eurent lieu les premières émissions stéréo en FM grâce à un système mis au point par l'ingénieur Herbault. Baptisé le "bidule" ce système n'était pas commercialisé et seuls les passionnés de radio et d'électronique pouvaient se procurer les plans. Mais en 1951 un premier drame radiophonique fut diffusé en stéréophonie ("Les larmes du diable" d'après Théophile Gautier, dans une réalisation de René Clair avec Gérard Philippe) grâce à l'utilisation de 2 émetteurs en simultané. La réalisation technique fut assurée par José Bernhart assisté de Jean-Wilfrid Garrett. En octobre 1961, la télévision française diffusa la célèbre tragédie d'Eschyle "Les Perses" dans une mise en scène de Jean Prat en utilisant pour



la première fois à la télévision un effet stéréophonique afin de créer une dimension dramatique intense. En fait cette diffusion stéréophonique ne se fit pas selon le schéma classique droite-gauche. Le téléspectateur devait s'installer devant son téléviseur et disposer derrière lui son récepteur radio FM. Le son du téléviseur diffusait les dialogues et la partie ambiance était restituée à l'arrière par le canal FM dans le but d'agrandir l'espace théâtral de cette tragédie. La solution du multiplexage des deux signaux stéréophoniques sur le même canal ne vint que plus tard et la diffusion stéréophonique sur la bande FM débuta en France en 1964 selon un procédé normalisé. La Maison de la Radio a une très longue tradition de pionniers qui explorèrent des territoires encore inconnus pour capter et restituer la dimension spatiale du son. L'un des résultats les plus connus et le fameux couple stéréophonique ORTF (schéma 4) qui est largement apprécié pour sa simplicité et qui fut développé à la fin des années 50 à la suite d'un travail de fond mené par le laboratoire d'acoustique du service des études de la RTF que dirigeait l'ingénieur Chatenay avec dans son équipe l'ingénieur

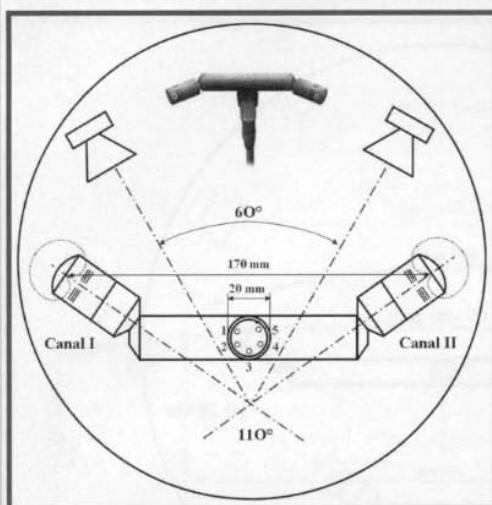
### La Maison de la Radio : répartition des studios et locaux



2) La Maison de la radio : répartition des studios et des locaux.

### Une tradition de pionnier dans l'enregistrement sonore

Dès sa conception, ce centre pris en compte la stéréophonie qui à l'époque en était encore



4) Le couple stéréo ORTF (ou couple AB) avec ses deux micros Schoeps cardioïdes.

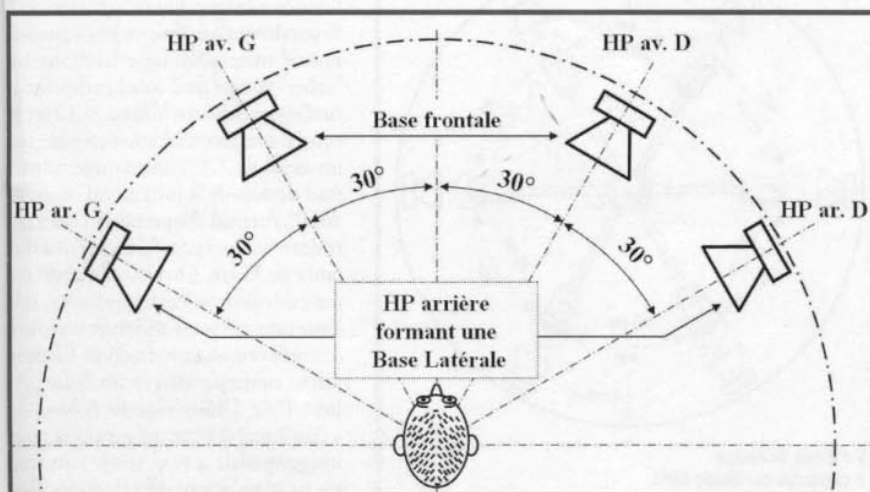
du son Albert Laracine. Au début des années 70 la quadriphonie (ou tétraphonie pour ceux qui préfèrent respecter une certaine cohérence linguistique par rapport aux racines grecques) essayait de restituer la troisième dimension qui faisait défaut avec la stéréophonie. Une équipe d'ingénieurs du son et de techniciens conduite par Albert Laracine mena un ensemble de tests dans le but de déterminer quel pourrait être la configuration idéale des micros pour capturer ce son ambiant que tout le monde s'efforçait de saisir dans tous les grands studios à travers le monde.

#### Une quadriphonie (ou tétraphonie) qui cherche ses repères

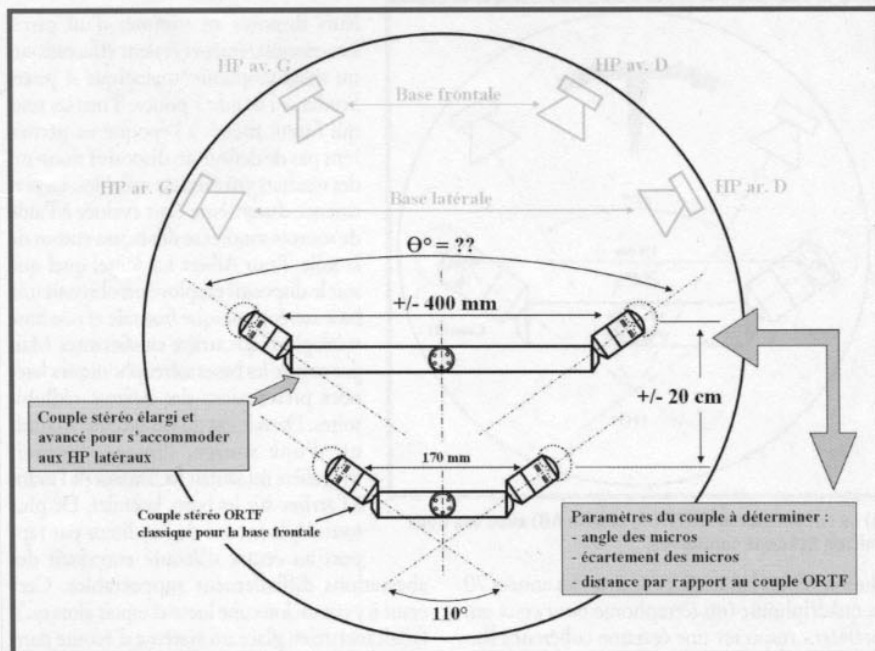
Durant l'été 1972, votre serviteur était en stage à La Maison de la Radio. J'ai eu le privilège de participer à certaines de ces sessions expérimentales de prise de son quadriphoniques destinées à trouver quel pouvait être la meilleure position des micros en termes de direction, d'espacement, de position, et de caractéristiques de directivité des micros, pour saisir un son spatial réaliste satisfaisant au mieux le système de reproduction conçu sur la base de 4 haut-par-

leurs disposés au sommet d'un carré. Les enregistrements étaient effectués sur un magnétophone analogique 4 pistes Studer sur bande 1 pouce. Tous les tests qui furent menés à l'époque ne permirent pas de définir un dispositif donnant des résultats satisfaisants et fiables. La pertinence du système était évaluée à l'aide de sources sonores se déplaçant autour de la salle. Pour Albert Laracine, quel que soit le dispositif employé on obtenait une base stéréophonique frontale et une base stéréophonique arrière satisfaisantes. Mais par contre les bases stéréophoniques latérales présentaient des défauts rédhibitoires. Dans le cas du déplacement continu d'une source, l'image devenait irrégulière ou sautait facilement de l'avant à l'arrière sur les bases latérales. De plus tout déplacement de l'auditeur par rapport au centre d'écoute entraînait des

aberrations difficilement supportables. Ceci étant il y eut un jour une lueur d'espoir alors qu'il fallait mettre en place un système d'écoute dans la cabine technique du studio 103. En raison de l'exiguïté de cette cabine (schéma 5) il fallut ramener vers l'avant les deux enceintes arrière (voir figure) qui formaient entre elles un angle de 120° par rapport à l'auditeur. A la grande surprise des ingénieurs présents, cette disposition permettait de gommer les défauts des bases latérales et sans toutefois remplir l'intégralité de l'espace, ce système donnait une écoute élargie satisfaisante. Ces résultats furent confirmés un peu plus tard en recréant ce dispositif dans une salle d'écoute permettant des tests comparatifs. Il ne restait donc plus qu'à retravailler sur l'agencement des micros pour trouver la configuration assurant la meilleure captation du son au regard de cette nouvelle répartition des haut-parleurs. Pour la base frontale on gardait le couple stéréo ORTF classique et pour la base latérale avancée il fallait ramener au-devant du couple ORTF une paire de micros écartés de 40 cm environ dans un premier temps et orientés vers l'avant. Des essais devaient permettre de définir l'angle de ces micros, leur écartement optimum et leur posi-

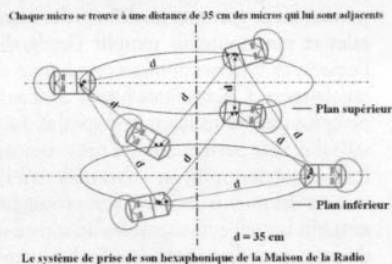


5) En raison d'une cabine d'écoute trop petite, les HP arrière furent ramenés sur l'avant avec pour conséquence la découverte d'une meilleure définition des bases latérales.

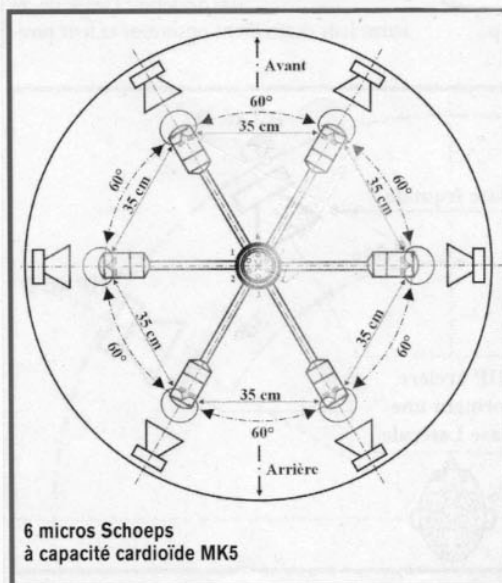


6) Essais d'agencement des micros pour une quadriphonie avec les HP arrières ramenés sur une base latérale.

Chaque micro se trouve à une distance de 35 cm des micros qui lui sont adjacents.



7) Le système de prise de son hexaphonique de la Maison de la Radio avec ses deux micros.



8) Le système hexaphonique expérimental avec ses 6 micros.

tion relative par rapport au couple stéréo ORTF (schéma 6). Malheureusement la RTF devint en 1974 l'ORTF. Le laboratoire d'acoustique cessa d'exister, mettant un terme à tous ces travaux.

### De la quadriphonie à l'hexaphonie

Un peu plus tard un ensemble de directeurs du son de la Maison de la Radio devait constituer l'Atelier de Recherches Techniques. On trouvait dans ce groupe Madeleine Sola, Daniel Toursière et Jean Jusforgues, ainsi que Jacques Chardonner, directeur du groupe de prise de son de Radio-France. Cette équipe prit une autre direction pour ses recherches en considérant les problèmes rencontrés lors de l'enregistrement de comédiens pour des dramatiques où ceux-ci ont besoin de se déplacer dans l'espace scénique. Finalement, en 1977 ils parvinrent à définir un nouveau dispositif microphonique basé sur un "arbre" équipé de 2 couches de micros cardioïdes Schoeps (schéma 7). Chaque couche comprenait 3 micros séparés par un angle de 120°. La seconde couche était décalée de la première d'un angle de 60°. Au final chaque micro était séparé de ses voisins immédiats par une distance de 35 cm. On obtenait ainsi une paire de micros orientée vers l'avant, une autre orientée vers l'arrière, et une paire orientée vers chacun des côtés. Chaque micro correspondait à un haut-parleur. Pour Didier Gervais (schéma 8), c'était le seul système qui garantissait une image spatiale sonore stable sans trou sur les côtés et sans effet de disparition ou de changement brutal de localisation d'une source lorsqu'un comédien se



déplaçait. On adopta le même protocole expérimental utilisé en quadriphonie par Albert Laracine pour valider ce dispositif. Très vite, ce système hexaphonique révéla une grande amélioration sur les bases latérales, les déplacements de sources devenant réguliers sur l'ensemble d'un parcours circulaire sans aucune différence de la couleur sonore. De plus, on put constater que la perception des images était moins altérée par les mouvements de l'auditeur en raison d'un élargissement de la zone d'écoute. Après différents essais une scène de Macbeth (photo 9) fut enregistrée selon ce procédé hexaphonique au studio 104 (Olivier Messiaen) et fut ensuite présentée par Radio-France lors du Festival International du Son au Palais des Congrès de Paris en mars 1978. Ce système fut aussi utilisé pour l'enregistrement de concerts, et plus particulièrement lors de la journée Karajan organisée le 23 juin 1979 par France-Musique que produisit René Koering. En soirée était programmé un concert public diffusé en direct par France-Musique et



9) Enregistrement d'une scène de Macbeth en Hexaphonie au Studio 104 (O. Messiaen), photo Roger Picard.

durant lequel la Philharmonie de Berlin sous la direction d'Herbert von Karajan devait interpréter "Till l'espiègle" (photo 10) de Richard Strauss. La réalisation technique fut assurée par Madeleine Sola qui à cette occasion mobilisa la cabine 103 et la cabine 104 afin

de pouvoir mener de façon séparée le mixage en stéréo pour une diffusion en direct, et le mixage en hexaphonie pour un enregistrement sur un magnétophone analogique 8 pistes Studer. Quelques musiciens de l'orchestre de Berlin purent entendre le résultat de cette prise de son exceptionnelle (qui fut marquée par une panne d'électricité générale) (photo 11). Malheureusement Herbert von Karajan n'eut pas le temps de venir en raison de nombreuses interviews auxquelles il devait se plier. On connaît l'enthousiasme que portait le maestro pour toutes les nouveautés techniques, et on peut supposer que malgré le dédain qu'il commençait à afficher pour l'analogique depuis qu'Akio Morita l'avait converti au numérique, il aurait sans nul doute été séduit par ce procédé (photo 12). Peu de temps après fut réalisé selon ce procédé hexaphonique un enregistrement de



11) Gros plan avec le dispositif de prise de son hexaphonique à la verticale de Herbert von Karajan (photo Jacques Chardonnier).



12) Ecoute en cabine de l'enregistrement hexaphonique avec des musiciens de la Philharmonie de Berlin. Au fond : magnétophone 8 pistes Studer (photo Jacques Chardonnier).

la Huitième Symphonie de Mahler (Symphonie des Mille) au festival d'Orange. En décembre 1983, lors du 20ème anniversaire de la Maison de la Radio, des séances d'écoute en hexaphonie furent organisées pour le public au studio 103. Depuis ce jour le dispositif de prise de son hexaphonique dont le sobriquet était le "lustre" (photo 13) n'est plus qu'un souvenir qui siège dans le bureau de Didier Gervais. Le problème à l'époque (et qui demeure), est que malgré tout le talent de ses ingénieurs du son et toute leur créativité et ingéniosité, La Maison de la Radio n'a pas la puissance d'un grand groupe électronique et ne peut donc pas à elle seule promouvoir une technique afin d'en faire un standard. Plus tard l'industrie cinématographique est arrivée avec différentes solutions pour en final imposer le son multicanal 5.1 devenu depuis une sorte de standard de fait. Pour Didier Gervais cette disposition est certes bien adaptée aux besoins du cinéma pour la création d'effets spéciaux. Mais son adoption pour l'enregistrement spatial des sons (pour la musique, les documentaires ou les fictions radiophoniques) est une sorte de non sens, étant donné que cette conception n'a jamais pris en compte les besoins et les contraintes de l'enregistrement sonore et musical. Mais à présent le 5.1 est là et on doit donc apprendre à vivre avec et à en tirer le meilleur possible.



10) Concert de la Philharmonie de Berlin sous la direction d'Herbert von Karajan le 23 juin 1979 (photo Jacques Chardonnier).

## Né pour être innovant

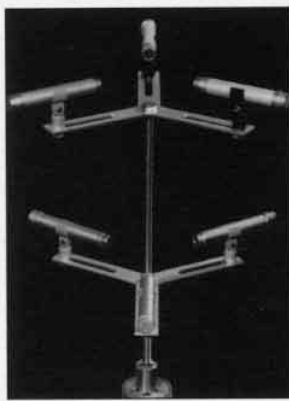
De nos jours le son surround est devenu très populaire avec le cinéma qui a trouvé un chemin jusque chez le consommateur grâce aux équipements de home cinéma. En 2003 l'IRMA prévoit la fabrication d'environ 2,5 milliards de DVD-Vidéo dans le monde et probablement qu'en France plus de 90 millions de programmes seront vendus. Aussi cela ne fait aucun doute que le son multicanal est présent maintenant dans l'esprit de tout le monde, et ce bien indépendamment des films vidéo. Le public est maintenant prêt pour une nouvelle forme de divertissements musicaux exploitant les potentialités du son spatial. Même si le DVD-Audio et le Super-Audio CD ont encore des difficultés à trouver leur public dans les magasins en raison d'une sorte de timidité des distributeurs de labels et d'une réticence des magasins, la musique spatialisée a déjà attiré une large audience grâce aux DVD-Vidéo musicaux. Comme le DVD a démontré son acceptabilité et son potentiel en tant que support viable pour la diffusion de musique classique, d'opéras et autre styles de musique avec un son spatial, il était évident pour La Maison de la Radio qu'il fallait être prêt pour suivre cette tendance et poursuivre sa mission d'innovation.

## Enregistrer une prolifération de créations et de productions

Radio France n'est pas limitée à La Maison de la Radio et à ses studios. Elle perpétue une tradition vivace d'orchestre avec son Orchestre National Symphonique, l'Orchestre Philharmonique de Radio France, les Chœurs de Radio France et la Maîtrise de Radio France, ainsi qu'un orchestre de musique de chambre et d'autres ensembles plus petits. Tout au long de l'année ce n'est pas moins de 150 journées d'enregistrement qui sont assurées par le Studio Olivier Messiaen lors de concerts publics. Il faut ajouter à cela 80 jours d'enregistrement pour les concerts exceptionnels. Les aspects techniques de ces enregistrements sont assurés par la cabine 104. Mais la mission ne s'arrête pas là. Cette cabine technique est aussi utilisée pour de la post-production de réalisations de programmes de musique classique, jazz, rock, et de variétés, sans oublier le mixage de fictions radiophoniques ou de documentaires. Cette activité représente 100 jours par an de mixage en stéréo et en 5.1. Cette fabuleuse épopée ne pouvant, faute de place, être expliquée sur un seul numéro nous vous invitons le mois prochain pour la suite de cette saga.

Jean-José Wanègue

Remerciements à : Didier Gervais pour son soutien et son accueil, Jacques Chardonnier et Madeleine Sola qui lui ont fait revivre leurs expériences en hexaphonie et Albert Laracine qui lui a ouvert le livre de ses souvenirs de chercheur.



13) Le «Lustre» pour prise de son hexaphonique.

Photo jacques Chardonnier

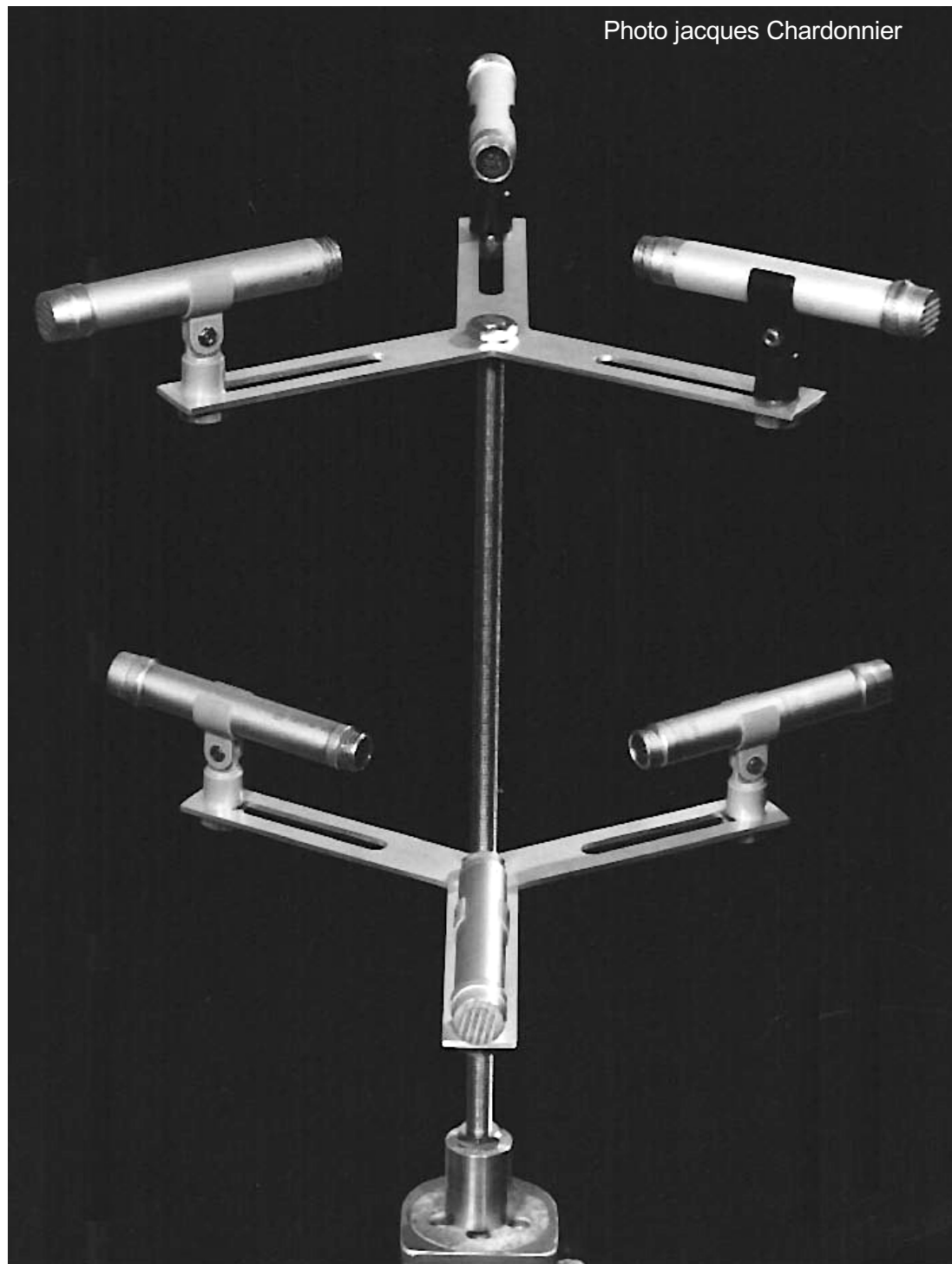
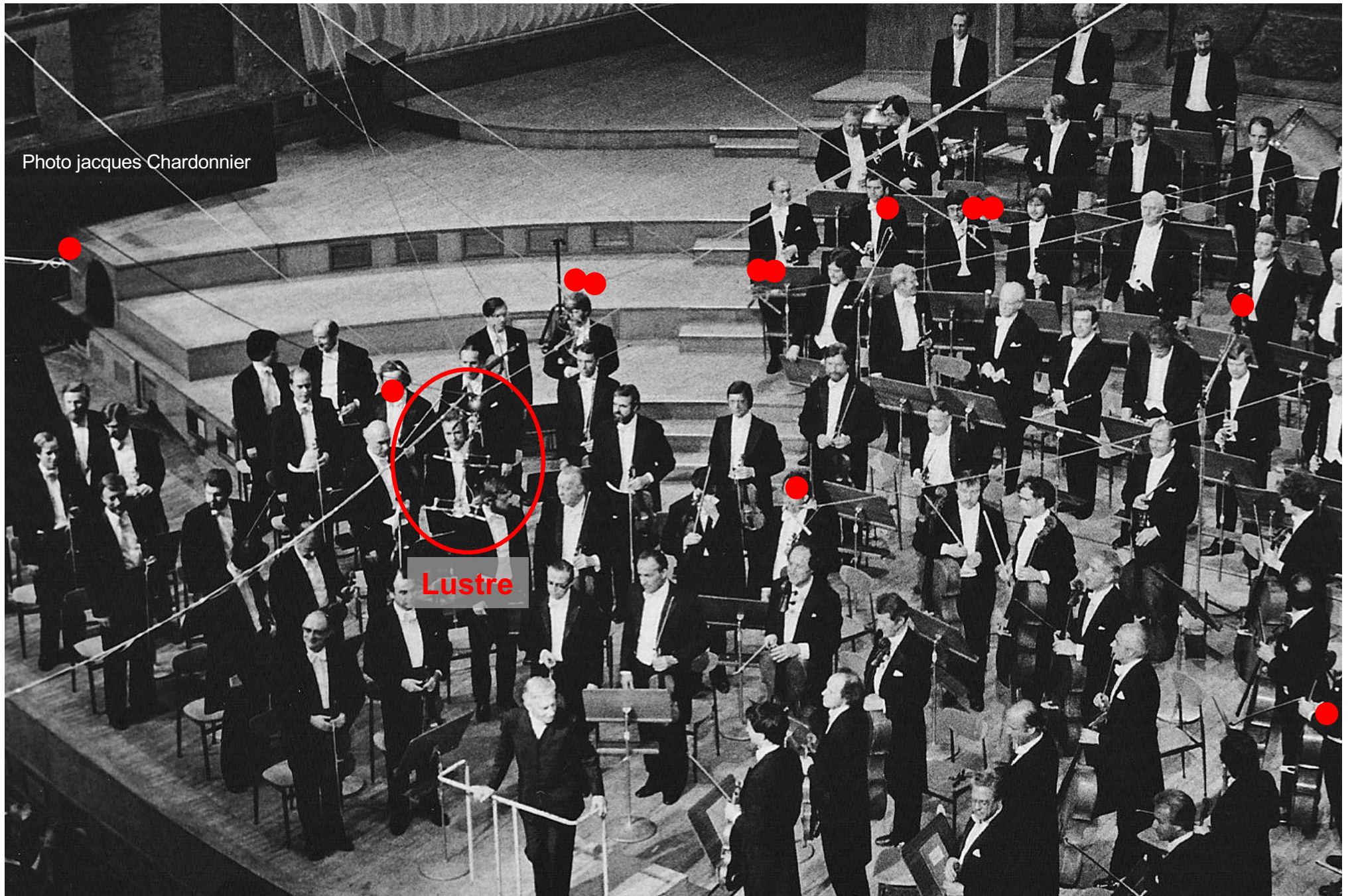


Photo jacques Chardonner



Photo jacques Chardonnier



Lustre



*Daniel Toursière à la console  
Madeleine Sola près du 8 pistes*

Photo Jacques Chardonier



*Photo Bernard Lagnel*



SONO  
*Logo des Ondes Digitales*

RADIO-  
DIFFUSION

1983

## L'INNOVATION TECHNIQUE A RADIO-FRANCE

**A** l'occasion des manifestations organisées 116 avenue du Président Kennedy pour célébrer, sur les lieux mêmes, les 20 ans de la Maison de la Radio, les «Journées de l'Innovation technique» comptaient parmi les plus intéressantes. Elles nous ont permis de mieux cerner le rôle primordial que les technologies électroacoustiques joueront demain dans diverses applications à la radiodiffusion en général et à Radio-France en particulier; et ce d'autant que nous avons pu être en contact avec les principaux responsables des services techniques de Radio-France et du Groupement de Recherches Musicales (GRM) de l'Institut National de la Communication Audio-Visuelle (INA). Jean-Marie Houdoux, responsable de la coordination et de la promotion à Radio-France avait bien préparé les choses à l'intention de la presse spécialisée et après une chaleureuse allocution de bienvenue de M. Jean-Noël Jeanneney, Président de Radio-France, Xavier Nouaille, directeur des services techniques, nous a fait découvrir les orientations de travail actuelles, avec leurs différents chefs de file :

- Le numérique à la radio (X. Nouaille, François Richiccioli — responsable équipement — et Francis Tellier — responsable exploitation).
- L'hexaphonie (Daniel Toursière et Madeleine Sola).
- La recherche musicale, la musique concrète (François Bayle, Bénédicte Maillard).

### Le numérique

S'agissant du numérique, l'introduction de cette nouvelle technologie peut apparaître présentement comme très coûteuse. Mais le prix des matériels nouveaux baisseront probablement en quelques années de façon sensible et les radiodiffuseurs seront amenés à utiliser ce nouveau procédé soit par la pression des auditeurs ou des organismes de transmission et de diffusion, soit par la nécessité de diversifier les services offerts au public.

Avec, dans l'immédiat, la diffusion des disques numériques, Radio-France tire parti à la fois de la qualité supérieure de ce nouveau support et de l'aspect promotionnel que représente la mise sur les ondes de telles sources; le maillon actuellement le plus faible de la chaîne d'émission est sans conteste le disque microsillon toutefois, le passage des disques numériques sur les émetteurs ne va pas sans poser quelques problèmes. En effet, compte tenu de la dynamique des disques numériques — tout au moins pour ceux qui ont bénéficié d'une fabrication à partir d'une bande «Master» elle-même numérisée — il

De gauche à droite M. Jean-Noël Jeanneney, Président de Radio-France, X. Nouaille, Directeur des Services Techniques et Jean-Marie Houdoux, coordination et promotion.



s'avère que la modulation de fréquence ne se révèle pas tout à fait à la hauteur pour la respecter. Et ce parce que la modulation de fréquence est un procédé analogique qui perd l'essentiel de ses propriétés anti-parasites à grande distance de l'émetteur, ce qui amène une dégradation du rapport signal/bruit et de la dynamique exploitable; en conséquence il ne faut pas désavantager (trop) ces auditeurs lointains et les transmissions sont faites avec compression de dynamique. Mais aussi, et d'autre part, pour augmenter l'effet anti-parasites, il faudrait augmenter l'excursion de fréquence et augmenter la largeur de bande des sections «moyenne fréquence» actuelles des récepteurs : or les normes et tout autant le foisonnement des émetteurs actuels rendent impossible une telle solution. Une sensible amélioration en ce qui concerne la dynamique utilisable interviendra cependant dans un avenir relativement proche (1986/1987) avec la diffusion numérique du son par les satellites; dans l'état actuel de la normalisation du son pour les satellites, il est prévu que chaque canal image émis par le satellite sera accompagné d'un canal numérique transportant plusieurs voies sonores (cinq ou plus suivant le système adopté). Certaines de ces émissions sonores pourront être celles de la TV (son télévision mono et stéréo, doublage en plusieurs langues) mais plusieurs pourront être affectées à la radiodiffusion sonore.

Le premier satellite diffusera trois canaux de télévision, dans quinze (ou plus) voies sonores et la radio pourra alors, et vraisemblablement, disposer d'au moins trois programmes stéréophoniques diffusés en numérique. Radio-France, société de programmes, doit donc considérer, dès à présent, cette perspective : si les études indispensables ne sont pas menées à temps, les maillons production/restitution, qui sont de sa responsabilité, seront dans quelques années les plus faibles et pour éviter une telle éventualité :

— Actuellement, les studios têtes de chaîne sont actuellement équipés de lecteurs grand public. Les modèles de type professionnel (Sony, Philips) qui offrent certaines facilités en exploitation sont actuellement à l'essai.

— Pour plus tard, et justement pour l'échéance de la diffusion de programmes sonores par satellites, Radio-France a commencé à se constituer un stock important, le plus im-

## RADIO-FRANCE

Outre les 3 programmes nationaux : France-Inter, France-Culture et France-Musique, Radio-France c'est aussi 15 stations locales, 27 stations décentralisées, 2 stations thématiques (Radio Bleue, Radio 7), F.I.P. et 10 stations F.I.R. auxquelles s'ajoute Radio France Internationale.

Quant aux Services Techniques de Radio-France ce sont, chaque année :

- 160.000 heures de programmes fabriqués et diffusés.
- 20.000 liaisons spécialisées établies pour l'information ou les retransmissions de programmes en direct.
- 750 concerts «classiques» enregistrés pour les programmes nationaux.
- 100 «Inter Dance».
- 2.000 heures de programmes musicaux fournis à près de 50 radios étrangères publiques au titre des échanges internationaux.
- 30 disques enregistrés.

portant possible, d'enregistrements numériques. Il était donc important, malgré le flou actuel de la normalisation sur les systèmes de production\*, de se doter d'enregistreurs numériques, ce qui est fait depuis quelques mois. Ce stock d'enregistrements numériques est un point essentiel pour être à même de répondre à la demande dans moins de quatre ans. Il est à noter que ces investissements sont largement compensés — et donc amortis — par la production phonographique de Radio-France (Productions ou coproductions ou même encore simples prestations techniques d'enregistrement).

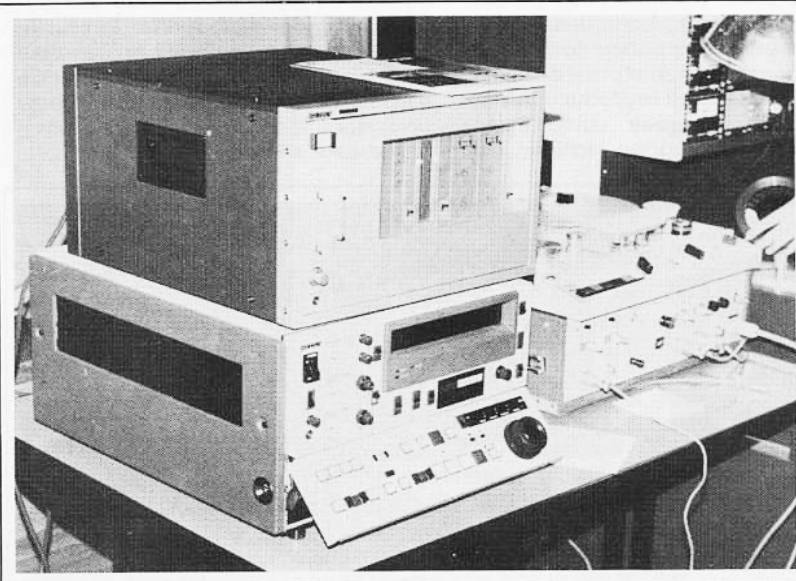
Parallèlement, et à la demande de Radio-France et de TDF, le Comité Technique, commission où sont représentés tous les organismes de radiotélédiffusion, a décidé la mise en place d'un groupe de travail en vue de réaliser un studio numérique expérimental de radiodiffusion sonore, avec pour objectifs :

— L'analyse des performances et des problèmes du matériel numérique en situation d'exploitation.

— L'évaluation des apports de cette nouvelle technologie s'agissant de la création audiovisuelle.

Ce qui fera de ce studio numérique l'instrument privilégié pouvant apporter une aide primordiale à la conception des futurs studios tout en menant une activité de post-production (purement sonore, de dramatique ou de musique; audiovisuelle; musi-

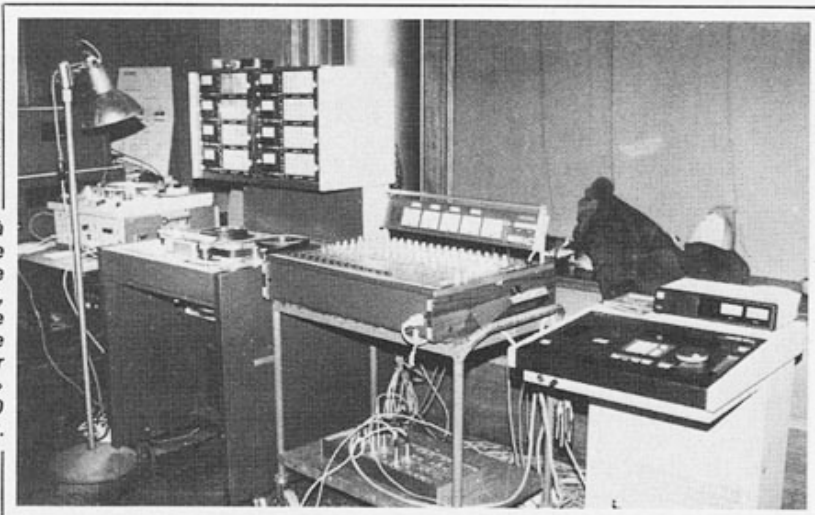
*\*Alors que la fréquence d'échantillonnage est de 44,1 kHz pour le «Compact-disc», elle est de 32 kHz pour la radiodiffusion numérique et de 48 kHz pour l'enregistrement numérique [48 = 32 (3/2)]. Et les réunions «normes» auxquelles participent régulièrement plusieurs fois l'an des noms connus tels Roger Lagadec, Toshi Doi, Alain Weisser... ne sont pas de tout repos !*



Un codeur-décodeur numérique 1610 Sony et son U-Matic Associé.



De gauche à droite, le magnétophone Studer 8 pistes, le mixage Erertec et le lecteur «Compact-Disc» Pro CDP 5000 de Sony.



que électroacoustique) essentielle- ment encore pour ne pas être pris de cours dans quelques années.

## Hexaphonie

En ce qui concerne l'hexaphonie, qui entre dans le cadre de la recherche, (une des missions de Radio-France, qu'elle mène en relation avec l'INA) c'est un des procédés multiphoniques qui pourrait sortir de la fiction grâce à l'avènement de la radiodiffusion par satellite\*; depuis 1977, le groupe central de prise de sons mène, en collaboration avec France-Culture, des études sur la création d'un environnement sonore pouvant améliorer le confort d'écoute de l'auditeur.

Tant du point de vue théorique (emplacement des enceintes acoustiques et des microphones en relation avec le phénomène d'audition spatiale) que pratique avec des expériences qui consistaient essentiellement en l'enregistrement de dramatiques (mélange de paroles, de musiques, de bruits évoluant dans l'espace), les premiers résultats furent assez encourageants pour permettre de passer aux orchestres symphoniques.

Actuellement, la solution technique retenue consiste en une prise de son à 6 microphones avec reproduction par 6 enceintes disposées suivant les sommets d'un hexagone régulier. Ce

système assure une homogénéité d'ambiance sur l'ensemble des 6 enceintes et permet une évolution naturelle de l'acteur qui crée ainsi lui-même les déplacements désirés grâce à la disposition des microphones. Ceux-ci sont disposés en deux couches parallèles de 3 microphones cardioïdes; sur chaque couche, les microphones occupent les sommets d'un triangle équilatéral de 35 cm mais la configuration entre les deux couches est telle que les microphones pris 3 à 3 constituent également des triangles équilatéraux de 35 cm de côté. Ce qui signifie que si les axes des microphones d'une couche forment entre eux des angles de 120 degrés, un des microphones d'une couche par rapport à son plus proche voisin de l'autre couche, a son axe à 60 degrés de l'axe de cet autre microphone.

Les enregistrements que nous avons pu entendre à l'occasion de la présentation de l'hexaphonie sont de 2 types :

— En hexaphonie «vraie», c'est-à-dire effectuée à partir du dispositif à 6 microphones décrit ci-dessus; ces enregistrements visent plus particulièrement à la reproduction la plus fidèle du lieu de l'événement sonore.

— En pseudo-hexaphonie, à partir de sons stéréo ou même mono retrafiés pour aboutir à la création d'un environnement sonore.

L'avantage primordial de l'hexaphonie est de permettre de bénéficier d'une vaste zone d'écoute sans dégradation de l'effet, ce qui la rend particulièrement adaptée à des diffusions publiques en salle; de ce point de vue, l'équipement nécessaire — tel que magnétophone multipiste et distribution sur 6 voies — est abordable et il existe même déjà dans certaines salles. Cette étape de l'utilisation en salle est nécessaire pour démontrer à un large public les possibilités du procédé et ainsi, en quelque sorte, contribuer à l'«amorçage de la pompe» de l'engouement avant de se livrer, en radiodiffusion, à des démonstrations de masse. Là aussi les satellites se révèlent très attendus.

## La recherche musicale

Quant au GRM, dont les travaux représentent, en partie, la continuation de ceux de pionniers tels Henry et Schaeffer, il explore et exploite depuis 1971 les systèmes de synthèse et du traitement du son à l'aide des techniques numériques associées à l'informatique.

Installé depuis 1976 dans des locaux de Radio-France bien que dépendant de l'INA, le GRM y dispose d'un studio aux activités multiples :

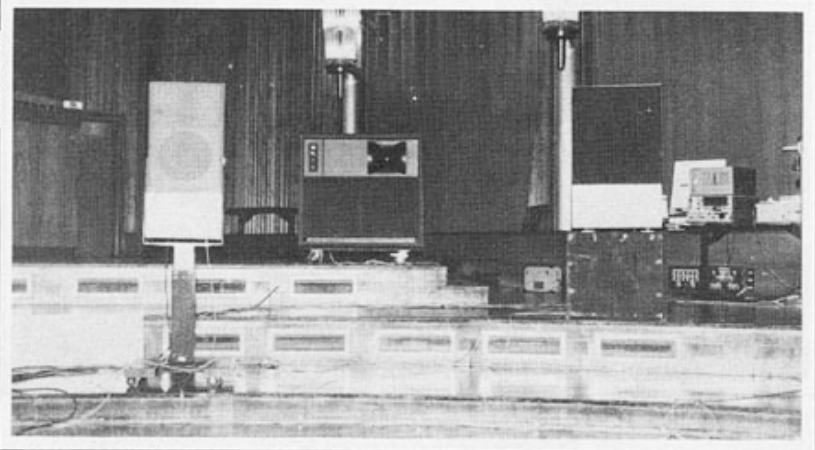
- Recherche de logiciels adaptés à la musique «acoustique»
- Pédagogie au service des compositeurs et étudiants.
- Productions d'œuvres.

En ce qui concerne ces dernières, qui comprennent des manipulations de matériaux sonores, avec transpositions, déplacements, micro-découpages, mise en résonance, nous avouons notre profonde ignorance artistique quant à ce que nous avons pu entendre au cours des démonstrations et nous nous gardons bien d'émettre un jugement qui ne pourrait être que celui d'un néophyte...

Quoi qu'il en soit, cette visite à la Maison de la Radio et à Radio-France nous aura convaincu d'une chose : on y prépare l'avenir et sérieusement. Ce qui ne manque pas d'être prometteur pour les années futures.

**Ch. Pannel**

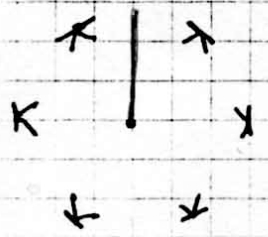
Les enceintes Cabasse (Héxaphonie) et JBL (GRM).



\*La place dans la bande des 12 GHz ne manquera pas pour des transmissions multiplex : le tout est de se mettre d'accord sur un système de codage, et de décodage...

## Notes d'un preneur de son sur les recherches du son en hexaphonie 1978

Nous inspirant de l'étude faite par G Theils et G Plenge (AES avril 77) nous ~~disposant~~ en cabine de 6HP cabasse ainsi à la place privilégiée chaque HP est ~~sur~~ sous un angle de  $60^\circ$

 - Nous commençons par porter une modulation mono afin de la ~~rechercher~~ situer par différences de niveau.

Nous avons toujours l'inconvénient des modulations mono e.a.d. que le moindre mouvement de tête fait pencher la modulation vers le HP le plus proche.

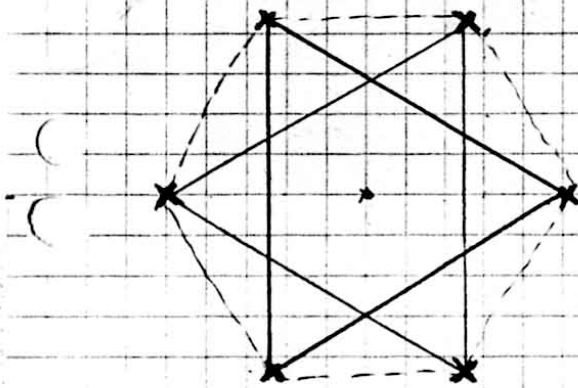
- Essayant de reproduire ce que réalisent Theils et Plenge nous répartissons ~~nos~~ 4 micros sur les 6HP mais uniquement avec des différences de niveau et non par un système matricé.

Résultat médiocre où le moindre mouvement fait tout basculer.

- En studio 6 micros HK5 cardio. répartis en 2 couches parallèles de 3 micros.

Sur une couche les micros sont à  $120^\circ$  35 cm.

Les deux couches sont mises de telle façon que les micros forment 3 à 3 des triangles équilatéraux de 35 cm de côté.



micros en projection horizontale

Projection verticale d'une face  
Chaque micro se situe sur l'axe HP

- lorsque la comédienne parcourt un coin le son tourne régulièrement sans différence de couleur -

- lorsque la comédienne se place dans un coin est en plan fixe nous la reçois quelque soit la place choisie par elle

|           |                        |        |      |
|-----------|------------------------|--------|------|
| 2 couches | inf. 120 en projection | 35 cm. | - 45 |
| 17.6.78   | Sup. 120 — —           | 35 cm. | - 45 |
|           | (ent.)                 | 35 cm. |      |

|           |                        |        |       |
|-----------|------------------------|--------|-------|
| 2 couches | inf. 120 en projection | 35 cm. | - 90° |
| 4.12.78   | Sup. 120 — —           | 35 cm. | + 45° |
|           | (ent.)                 | 35 cm. |       |

|           |                   |    |      |
|-----------|-------------------|----|------|
| 2 couches | inf. 120 en prof. | 35 | - 45 |
| 7.12.78   | Sup. 120 — —      | 35 | - 45 |
|           | (ent.)            | 35 |      |

|           |                   |    |   |
|-----------|-------------------|----|---|
| 2 couches | inf. 120 en prof. | 35 | 0 |
| 4.12.78   | Sup. 120 — —      | 17 | 0 |
|           | (ent.)            | 35 | 0 |

|           |                   |    |   |
|-----------|-------------------|----|---|
| 2 couches | inf. 120 en prof. | 17 | 0 |
| 11.12.78  | Sup. 120.         | 35 | 0 |
|           | int               | 35 |   |

|           |                   |    |       |
|-----------|-------------------|----|-------|
| 2 couches | inf. 120 en prof. | 35 | - 45° |
|           | Sup. 120 — —      | 35 | + 45° |
|           | (ent.)            | 35 |       |

21 decembre murs vers ext. et vers interieur.

# AUDIO ENGINEERING SOCIETY, INC.

**53<sup>rd</sup> AES**  
CONVENTION

**1976**   
**ZURICH**

PREPRINT B-5

LOCALIZATION OF LATERAL PHANTOM-SOURCES

by  
G. Theile, G. Plenge,  
Heinrich-Hertz-Institut GmbH,  
Berlin, W-Germany


AN AUDIO ENGINEERING SOCIETY PREPRINT

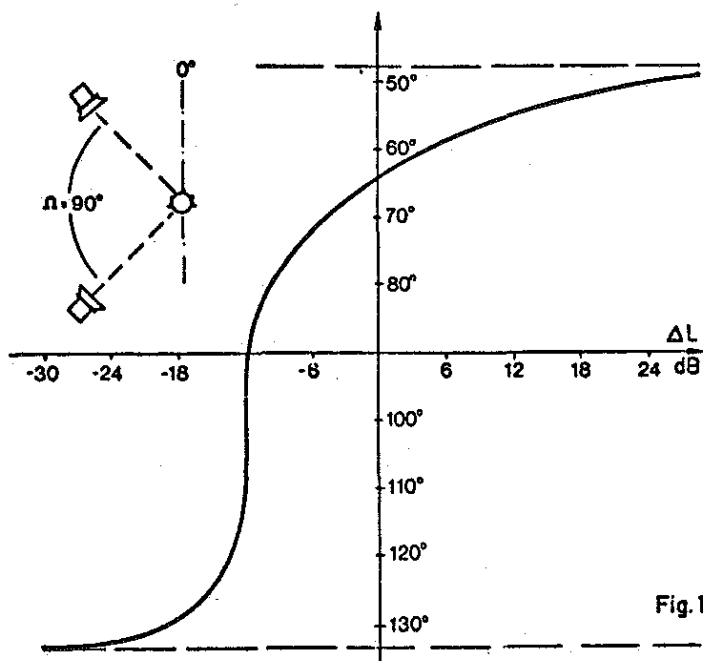
This preprint has been reproduced from the author's advance manuscript, without editing or corrections. For this reason there may be changes should this paper be published in the Audio Engineering Society Journal.

## LOCALIZATION OF LATERAL PHANTOM-SOURCES

G. Theile, G. Plenge; Heinrich-Hertz-Institut GmbH, Berlin

### Introduction

More research has been conducted recently to determine which phantom source locations, using the usual loudspeaker arrangement , can be applied to quadrophony: reminiscent for example of the groundwork done by Ratliff (1) which was presented to the A.E.S. Conference in London in 1975. This research which extended only to loudspeaker arrangements symmetric to the median plane or ear axis, resulted in the



conclusion that an 'all round effect' cannot be produced with the usual quadrophonic loudspeaker arrangement. This is proved clearly by the result of Ratliff's experiment (fig.1).

It shows that an uniform distribution of phantom sources lateral to the listener, with the loudspeakers  $L_F + L_R$  and  $R_F + R_R$  respectively, is not possible. It shows that even small level differences between the loudspeakers lead to large angle changes and that localization jumps here and there between the loudspeakers at the front and at the back.

Fig.1

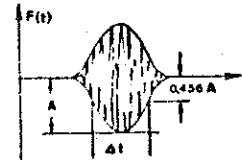
### Design of experiments

As it is not possible to achieve the desired 'all round effect' with the usual positioning of the loudspeakers, a divergent solution had to be investigated. Beforehand however, it had to be thoroughly examined which phantom sources result in loudspeaker arrangements which are asymmetrical to the median plane.

In doing so the following limitations were made in the research programme:

- 1) Signal differences between the loudspeakers were differences in level, the time differences were consciously omitted as they do not occur in the usual stereo/quadrophony recording process (Intensity Stereophony).

- 2) The level differences always refer to the total signal. Frequency dependent differences were not examined.
- 3) The number of loudspeaker was limited to two.
- 4) The loudspeaker aperture was always  $\Omega = 60^\circ$ , corresponding to the optimal value in two channel stereophony. Larger angles lead to inadmissible angles of elevation of the phantom source, smaller angles lead to a too large number of loudspeaker ( $> 6$ ) when trying to achieve an 'all round effect'.
- 5) The lateral displacements of base centre were  $\delta = 0^\circ$  (control value)  $20^\circ, 40^\circ, 60^\circ, 80^\circ, 90^\circ$ , (lateral, ear axis),  $100^\circ, 120^\circ$  (ref.  $0^\circ$  straight ahead)
- 6) It was taken that the results were equal for left and right (symmetric to the median plane) and for back and front.
- 7) The signals were either Gaussian noise impulses, band limited noise 0,6 - 10 KHz, or continuous speech.
- 8) The loudspeakers were always two metres distant from the observer.
- 9) The measurements were taken in anecho free room.



### Method

To elucidate, Fig. 2 shows a typical arrangement (lateral displacement of base centre  $\delta = 40^\circ$ ). The determination of sound sensation (position of phantom sources) was made

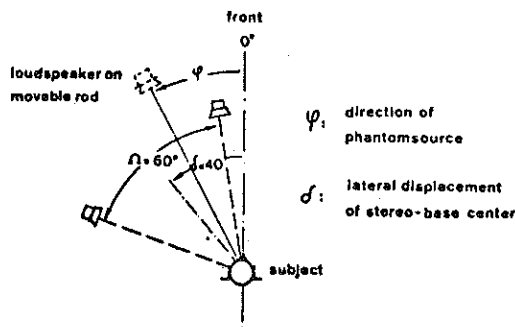


Fig. 2

with the help of an acoustic indicator. A variable angle of incidence of a reference signal (noise impulse) was varied until the direction of sound sensation to be measured agreed with the direction of sound sensation of the reference signal. This method has the advantage that only the aural sense is required and so mistakes made through the introduction of other senses, such as are made in the 'Report Method', - indicating with the finger or arm,

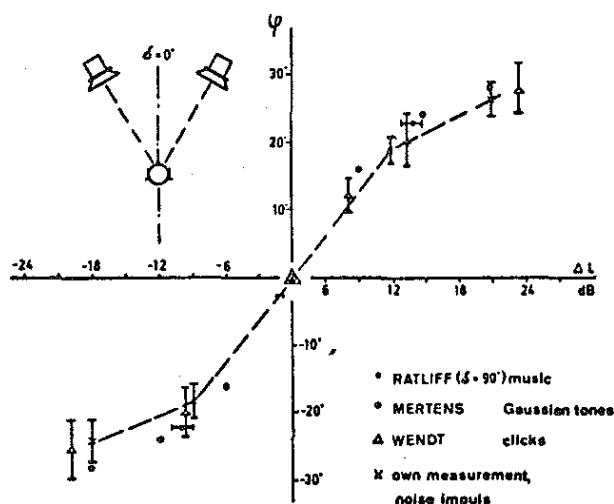
nodding the head or body in the direction being listened to, etc., are avoided. It is also possible to include the area behind the listener by using the purely acoustical method. A requirement is a dardened room.

The location of the phantom source is dependent on whether or not the head of the listener is fixed. In order to exclude all other acoustical influences which could occur when the subjects head is held still in one position, the subjects were asked to look at a light source through two slits in a mask. Even by a tiny movement of the eye or head, the source could only be seen from one eye or not at all.

The loudspeaker pairs with differing lateral displacements of base centres were given the subjects in random order, as were the level differences  $\Delta L$  between the loudspeakers. These had the values of 0dB to + 18 dB in steps of 3 dB and  $\pm \infty$  (real sources, one loudspeaker).

### Results

The diagrams 3 - 7 show results of the measurements taken. Shown



are the median values and the quartils. Diagram 3 shows a comparison of the already known values for normal stereo arrangement  $\delta = 0^\circ$  after Mertens (2), Wendt (3) and Ratliff (1) and our own control measurements. In spite of the different signals, the results are very similar.

Fig.3 Direction of phantom source

The diagrams 4 - 6 show the results for  $\delta = 40^\circ, 60^\circ, 80^\circ$ .

One can see that :

- 1) The level difference  $\Delta L = 0$  does not produce a phantom source located at base centre.
- 2) The slope of curve increases with  $\delta \rightarrow 90^\circ$ , i.e. the production of the sound sensation between the loudspeakers became more difficult as a larger area of angle with smaller level differences had to be covered.
- 3) The quartils, that ist the interindividual variations, become larger with  $\delta \rightarrow 90^\circ$ .

Finally, diag. 7 shows the results for  $\delta = 90^\circ$ . The variations are extremely large, as is the slope of the curve. 6 dB level differential led, by an aperture of  $60^\circ$ , to an angle displacement of over  $40^\circ$ , with  $\delta = 0^\circ$  6 dB causes about  $14^\circ$  displacement.

The conclusion to be drawn from the last result for  $\delta = 90^\circ$  is that in the search for a loudspeaker arrangement which allows an 'all round effect' the directions right and left on the lateral ( $90^\circ$ ) must be represented trough real sources. From this it can be seen that if an aperture of up to  $60^\circ$  for the pair of loudspeaker is allowed there



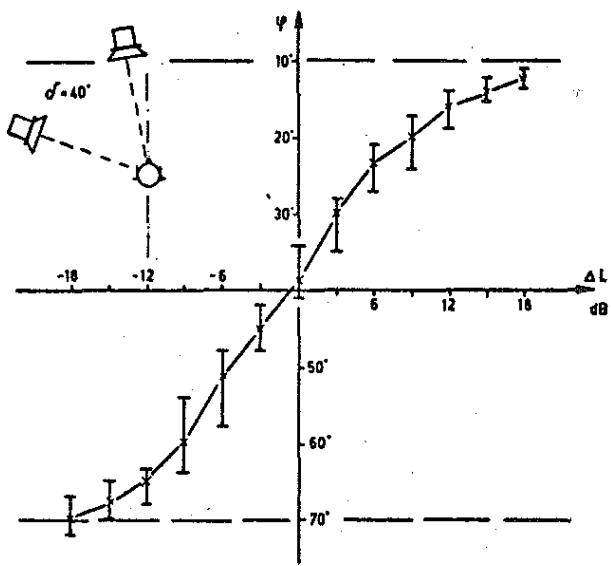


Fig. 4

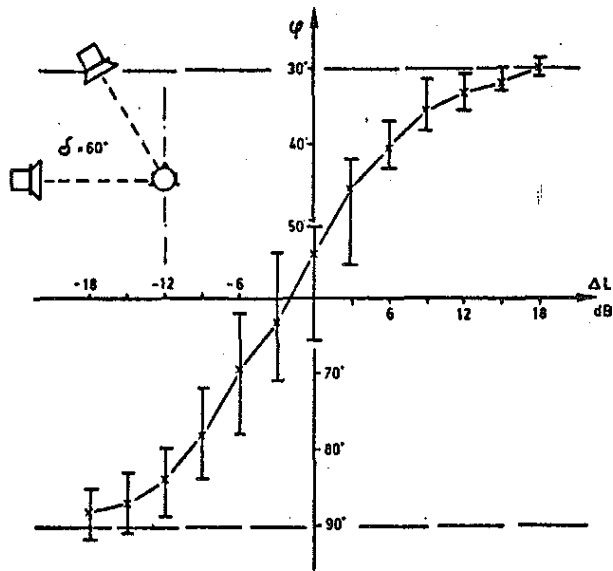


Fig. 5

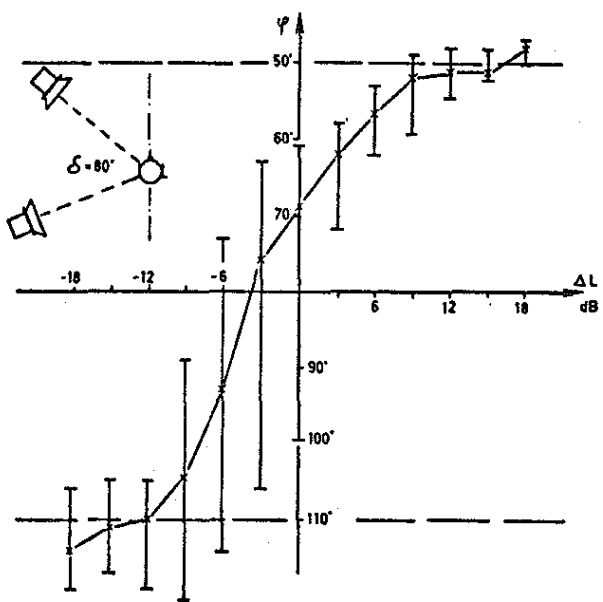


Fig. 6

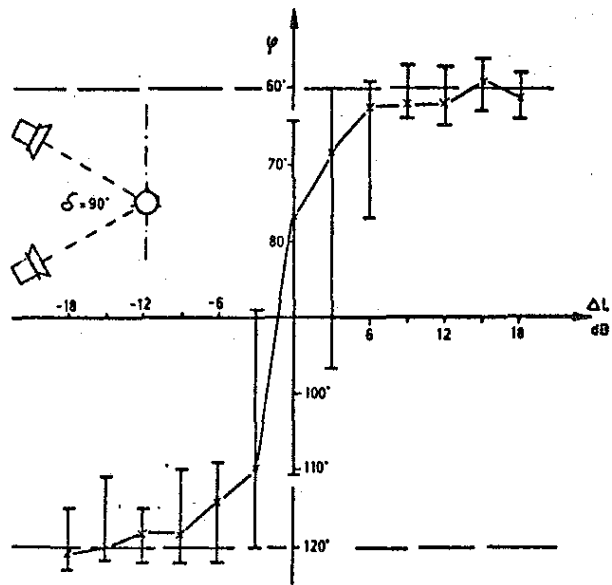


Fig. 7

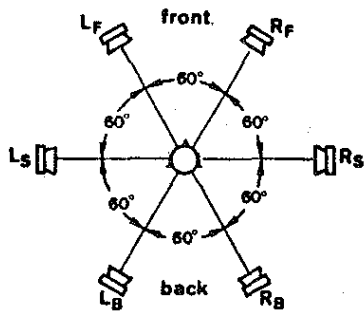


Fig. 8

results the following arrangement: (fig.8). Together with that the localization values in the suggested loudspeaker arrangement should be examined. Those localization curves necessary for the production of the 13 sound sensations  $0^{\circ}, 15^{\circ}, 30^{\circ}, 45^{\circ}, \dots, 180^{\circ}$  were taken from those channel level differences of  $\delta = 0^{\circ}, 60^{\circ}, 120^{\circ}, 180^{\circ}$ .

|                   |             |              |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               |               |
|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\varphi$ desired | $0^{\circ}$ | $15^{\circ}$ | $30^{\circ}$ | $45^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $75^{\circ}$ | $90^{\circ}$ | $105^{\circ}$ | $120^{\circ}$ | $135^{\circ}$ | $150^{\circ}$ | $165^{\circ}$ | $180^{\circ}$ |
| $\delta$          | $0^{\circ}$ | $0^{\circ}$  | $0^{\circ}$  | $60^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $120^{\circ}$ | $120^{\circ}$ | $120^{\circ}$ | $120^{\circ}$ | $180^{\circ}$ | $180^{\circ}$ |
| $\Delta L$ [dB]   | 0           | -7           | $-\infty$    | +4           | -2           | -8           | $-\infty$    | +9            | +5            | -1            | $-\infty$     | -7            | 0             |

These settings should be offered to the subject and, in addition to the signal used in the first experiment (noise  $\Delta f = 0,6 \dots 10$  kHz), speech.

The table shows clearly once again:

- 1) That only for the direction  $\varphi = 0^{\circ}$  and  $\varphi = 180^{\circ}$ , (base centres) the level differences are equal  $\Delta L = 0$  dB.
- 2) For the other base centres varying values apply (-2 dB d + 5 dB); the localization of the lateral phantom sources occur asymmetric in relation to the ear axis.

In this experiment the acoustic indicator was not used but the subjects were asked to note the perceived sound direction on a printed sheet of paper (Fig. 9). The loudspeakers were hidden by an acoustically permeable curtain. This method also provided well reproducible results, as the research by Plenge et al. (4) had already shown.

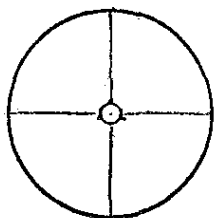


Fig. 9

The results are shown in diagram 10 for noise impulses. Diag. 11 shows those for male speech.

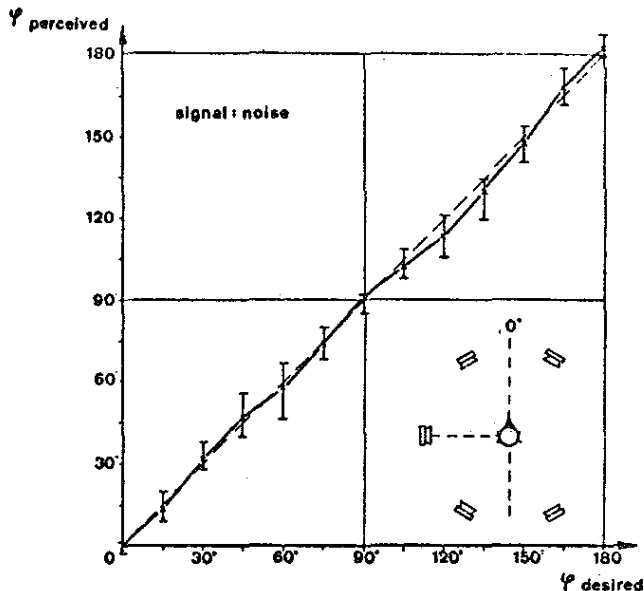


Fig. 10

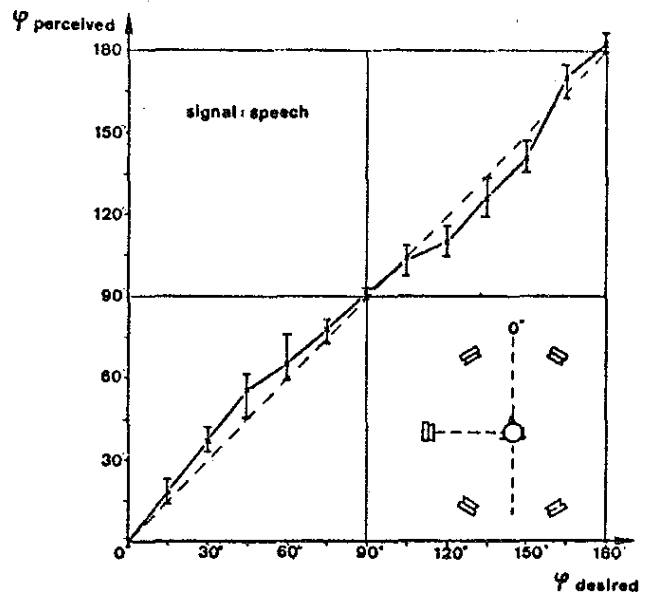


Fig. 11

The application of this loudspeaker arrangement for quadrophony could occur in the following manner without increasing the number of channels for transmission and storage and without loss of information by means of a matrix process.

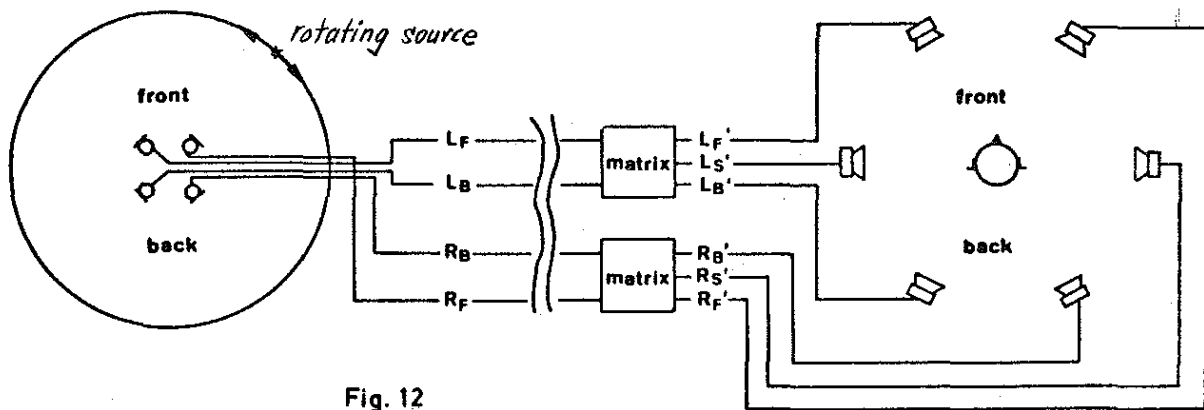


Fig. 12

Each of the front and back transmission channels of one side are led into a matrix, which isolates the coherent signal parts dependent on their level relation. At full coherence and level equality (lateral source  $90^\circ$ ) the signal pair  $L_F' / L_B'$  and  $R_F' / R_B'$  respectively are blended out of the transmission channels; they appear completely in the lateral support channels  $L_S'$  and  $R_S'$  respectively. The support signal appears so much weaker the smaller the coherence or the larger the level difference. This happens in the case of coherence corresponding the localization curves for  $\delta = 60^\circ$  and  $\delta = 120^\circ$ .

References :

- (1) RATLIFF, P.A. Properties of hearing related to quadrophonic reproduction, BBC RD 38, 1974
- (2) MERTENS, H. Directional hearing in stereophony theory and experimental verification, E.B.U. Rev. Part A 92, p. 146-158, 1965
- (3) WENDT, K. Das Richtungshören bei der Überlagerung zweier Schallfelder bei Intensitäts- und Laufzeitstereophonie, Diss. Aachen 1963
- (4) PLENGE, G. Über die Wahrnehmung der Schalleinfallrichtung in der Horizontalebene bei Tonimpulsen  
WILKENS, H.  
DE CAMP, U. 8th ICA London 1974, Vd 1, page 167