

À la conquête de l'espace

Objectif : Faire le point sur les connaissances théoriques et les pratiques actuelles en matière d'espace. Éléments (psycho)acoustiques, historiques, le cas de la musique électroacoustique, quelques études de cas.

I- Le sujet / Introduction

II- Qu'est-ce que l'espace ?

III- Mécanismes de la perception spatiale

IV- L'espace dans le répertoire musical des siècles passés en musique instrumentale.

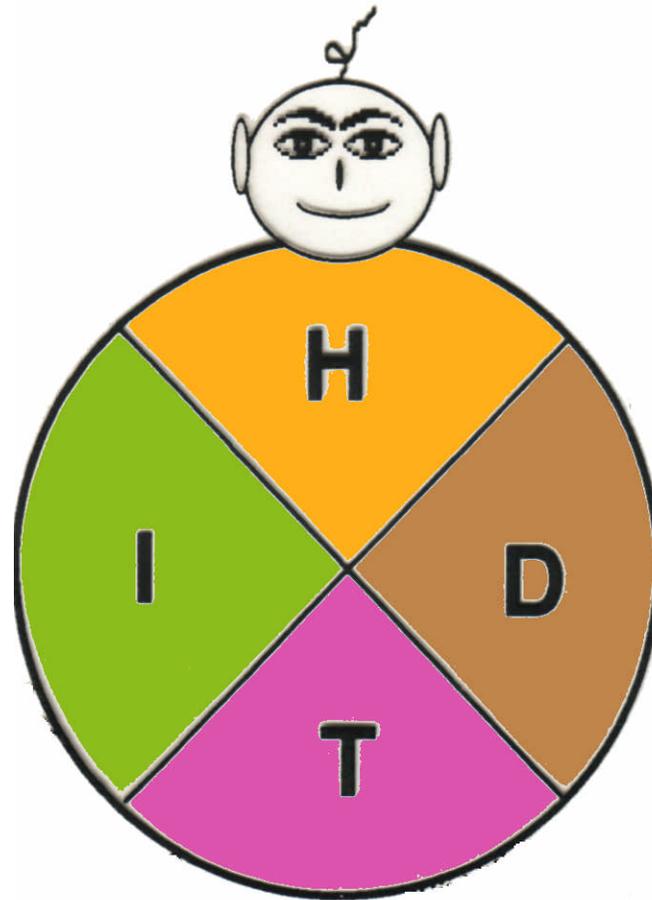
V- L'espace et le haut-parleur.

VI- Quelques études de cas.

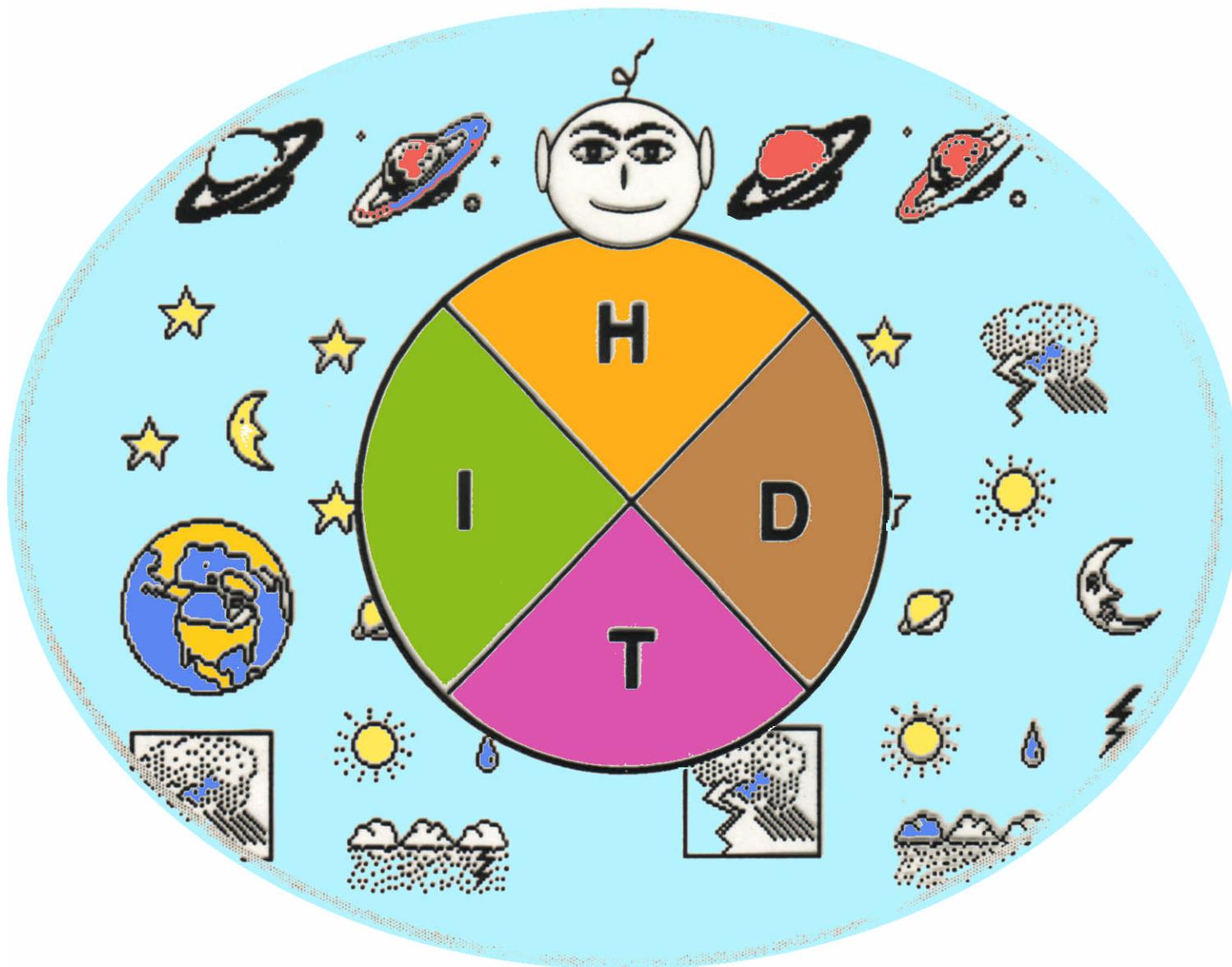
VII- Expériences personnelles en musique électroacoustique.

VIII- Conclusions : vers une intégration de l'espace dans le discours musical.

I- Le sujet / Introduction



L'intérêt et la beauté du timbre sont liés à l'espace dans lequel il résonne



L'espace fait partie intégrante de toutes les activités sonores ou musicales.

- acoustique d'un lieu de concert (auditorium, église, plein air...) ou d'un studio de prise de son ;
- un instrumentiste ne joue pas de la même façon selon que le lieu possède une acoustique sèche ou réverbérante ;
- machines ou logiciels permettant la simulation soit d'espaces sonores, soit de déplacement de sources sonores ;
- traitements d'espace en studio : panoramique, spatialisation ou réverbération artificielle ;
- spatialisation des œuvres électroacoustiques en concert ;
- œuvres multiphoniques ;
- etc.

II- Qu'est-ce que l'espace ?

1) Définition ou plutôt recensement des pratiques musicales.



La prise en compte des phénomènes sonores d'espace impose de considérer un émetteur sonore, un récepteur sonore et un milieu de propagation.

Le terme d'espace concerne la perception des formes, des grandeurs, des distances, des positions et celle des mouvements. Les caractéristiques de l'espace sont :

en régime statique :

- la position de la source dans l'espace : gauche - droite, avant - arrière ou haut - bas ;
la distance ou l'éloignement : près - loin ;
- les caractéristiques de l'émetteur : grandeur, formes, directivité et orientation de la source [0-360°] (source de face ou de dos)
- les caractéristiques acoustiques du lieu : grandeur¹, formes, intérieur ou extérieur, sec ou réverbéré ;
- les caractéristiques du son : son ponctuel ou son immergeant / enveloppant

et en régime dynamique (mouvements ou figures d'espace) :

- le déplacement réel ou apparent des sources sonores ;
- le déplacement du récepteur,
- la modification éventuelle de l'acoustique ou des dimensions du lieu ;
- l'effet doppler.

¹ L'espace permet bien souvent la mise en évidence de la taille du lieu.

figure d'espace : déplacement du son à une dimension d'épaisseur (d'1 haut-parleur vers 1 autre haut-parleur) : effet de panoramique, trajectoire sonore, rotation, oscillation, zig-zag...

(dé)crescendo d'espace : changement dans la répartition du son de 1 haut-parleur vers n haut-parleurs ou l'inverse. On pourrait aussi parler d'élargissement ou de rétrécissement de l'espace, ou de changement d'épaisseur.

Les mouvements ou figures d'espace ont en commun des caractéristiques temporelles. Ils peuvent être :

- continus ou discrets ;
- rapides ou lent ;
- accélérants, linéaires ou décélérants ou variés ;
- ils ont des caractéristiques de durée, de rythme
(1 ou plusieurs occurrences, itératifs)
- enveloppe d'ouverture et de fermeture des haut-parleurs.

Certains effets peuvent être réalisés simplement en dosant l'intensité sonore sur chacun des haut-parleurs. D'autres effets nécessitent d'avoir recours à des artifices sonores : réverbération, filtrage et autres traitements...

2) Autres définitions (en composition électroacoustique).

espace interne : espace capté et fixé lors de la prise de son sur le support

espace externe : espace créé par le biais de haut-parleurs lors de la diffusion en concert

3) Définition physique.

Hauteurs



↑ fréquence
en Hertz

Durées et rythmes



→ temps
en secondes

Nuances

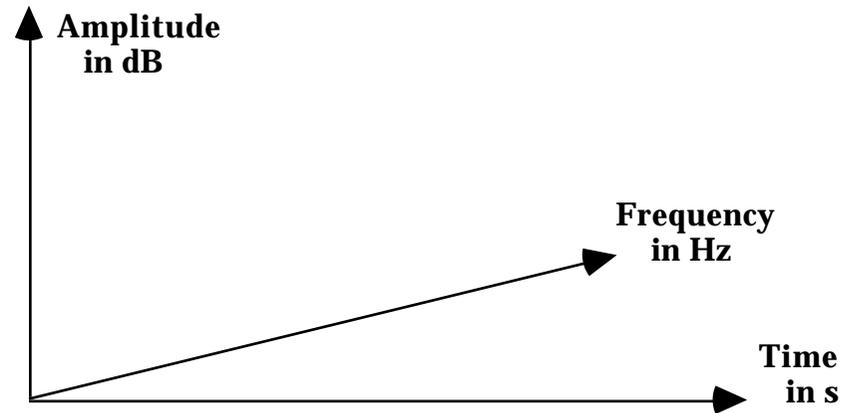


↑ amplitude
en dB

Hauteur, intensité et temps sont des paramètres à une dimension.

Timbre

Le timbre est un paramètre à trois dimensions.



Espace

L'espace peut être analysé comme des petits décalages temporels, de petites variations d'amplitude, de fréquence et de spectre en fonction du temps.

T

A

F

spectre

Les intervalles temporels sont si petits (< 100 ms) qu'ils sont rarement perceptibles de façon directe et consciente.

4) Conclusion.

Les définitions sont complexes, multiples et floues.

Le vocabulaire n'est pas clairement défini, les notations sont quasiment inexistantes, donc la maîtrise de l'espace reste difficile.

Pourtant, il existe de plus en plus d'outils de manipulation de l'espace, de plus en plus de compositeur qui travaillent avec l'espace...

On peut aujourd'hui fixer l'espace, le mémoriser, le retravailler, on sait même « synthétiser l'espace ».

III- Mécanismes de la perception spatiale

1) Question de localisation : évaluation des distances.

La propagation du son dans l'air n'est pas homogène : les fréquences moyennes et aiguës sont absorbées relativement plus facilement que les fréquences basses. La répartition des fréquences varie donc avec la distance ou l'éloignement de la source.

L'oreille reconnaissant la source peut comparer cette nouvelle image à celles qui ont été mémorisées depuis l'enfance.

2) Question de localisation : latéralisation.

Différents facteurs ont pu être mis en évidence depuis le début de ce siècle :

Décalage temporel interaural (Lord Rayleigh, 1907)
ombre de la tête (Lord Rayleigh, 1876 ; Mills, 1972)
pavillon de l'oreille (Gardener, 1973)
échos dus aux épaules (Searle et al., 1976)
premières réflexions (Moore, 1990)
et la réverbération (Garner, 1969)
vision
mouvements de la tête

HRTF

head-related
transfer function
(Searle et al., 1976,
Blauert, 1983)

IV- L'espace dans le répertoire musical des siècles passés en musique instrumentale.

Les instruments de musique ne possèdent pas intrinsèquement la possibilité de contrôler l'espace du son émis. Les seuls paramètres effectifs peuvent être la position et le mouvement de l'interprète dans le lieu d'exécution, les dimensions et qualités de ce lieu et évidemment l'écriture musicale.

Le maîtrise de l'espace se situe au niveau:

- des procédés d'écriture ou d'orchestration
- disposition des musiciens dans la salle de concert

éventuellement :

- l'acoustique du lieu
- ou le mouvement des musiciens

Jusqu'au XIX^e siècle, l'espace a été peu intégré ou exploité dans les œuvres musicales. Il faisait rarement partie des éléments compositionnels.

On observe quelques utilisations d'effets d'espace à l'époque de la renaissance ;

- sonnerie d'Orphée de Monteverdi
- Mottet de Thomas TALLIS «Spem in alium»

né au début du XVI^e s., organiste et compositeur

titulaire de la chapelle royale de 1542 à 1585 (date de sa mort)

Mottet à 40 voix réelles écrit pour le 40^{ème} anniv de Marie TUDOR ou d'Elisabeth.

Le pas de la reine rythme la scansion et les apparitions successives des voix (en canon). Les 40 voix se mettent en place au fur et à mesure de la progression de la reine dans l'église, jusqu'à atteindre son paroxysme à l'arrivée dans le chœur.

Repris par le CNSM Paris pour des essais de prise de son surround en 1999

ou encore dans 2 nocturnes pour plusieurs groupes orchestraux de Mozart, et plus tard dans Berlioz (Requiem, symphonie funèbre et triomphale, grande messe des morts, ...).

Dans son traité d'orchestration de 1843, Berlioz évoque les effets d'espace créés par le timbre des instruments, ainsi que par leur position "géographique" dans l'orchestre.

Plus récemment, on peut citer - pour d'autres raisons - 4'33 de John Cage (1952), qui joue intentionnellement avec la salle et son espace.

De plus en plus d'œuvres instrumentales contemporaines cherchent à prendre en compte l'espace. Citons parmi beaucoup d'autres :

REPONS de Boulez, pour 5 groupes instrumentaux

"La tromba e mobile" de Vinko Globokar, pour ensemble à vents mobile.

Sinfonia de Berio

Gruppen de Stockhausen

V- L'espace et le haut-parleur.

- la fixation du son sur support,
- l'amplification électronique,
- le haut-parleur.

Le haut-parleur permet de déplacer ou de multiplier les sources sonores.

cabines Leslie des orgues Hammond qui utilisent la rotation d'un haut-parleur pour simuler les premiers effets de mouvement d'espace.

La stéréophonie permet de percevoir - ou de recréer - l'espace de prise de son.

Les différences d'intensité et de phase entre les deux canaux qui donnent à l'auditeur l'impression d'espace : position ou mouvement d'une source sonore. C'est un modèle très pauvre, comparativement à la façon dont le son arrive réellement aux oreilles, mais cela semble satisfaire bon nombre d'auditeurs.

a) Le haut-parleur et la stéréophonie.

Le haut-parleur est une source sonore de plus en plus fréquente. Les caractéristiques des haut-parleurs sont loin de la perfection et la reproduction du son sur haut-parleur est encore loin de la réalité.

L'écoute stéréophonique ou multiphonique apporte un certain confort d'écoute et améliore l'écoute sélective (localisation d'une source au milieu de plusieurs autres ou au milieu d'un brouhaha).

Bref historique de la spatialisation du son au XX^e s.

- 1904-13 : invention de l'amplification et du haut-parleur
- 1930 : enregistrement et reproduction stéréophonique
- 1948 : invention de la musique concrète par P. SCHAEFFER
- 1950 : premier concert public spatialisé sur 4 haut-parleurs grâce au pupitre potentiométrique de relief (SCHAEFFER, HENRI, POUILLIN, LEROUX)
- 1958 Stockhausen travaille en 4 pistes et diffuse sur 4 haut-parleurs disposés aux quatre coins de la salle.
- 1973 Premier orchestre de haut-parleurs au GMEB / Bourges
- 1974 Constitution de l'Acousmonium du GRM par F. BAYLE (environ 80 projecteurs sonores, répartis sur 16 à 24 canaux)
Ce type de dispositif de projection du son est devenu relativement spécifique à l'école française.
- 1984 coupole acoustique de Léo KUPPER avec ses 102 haut-parleurs pilotés par un clavier.
- 1972 John CHOWNING utilise la synthèse des sons par ordinateur, afin de produire des illusions de sons en mouvement assez efficaces.

La spatialisation du son s'impose peu à peu dans la musique électroacoustique, grâce à un certain nombre d'expériences ou de dispositifs :

SINFONIE (GRAME, 1986), l'Acoustigloo (GMVL, 1990), le Spatialisateur de l'IRCAM, Albedo (MERLIER, 1994)...

1989 Espaces Paradoxes, œuvre de Patrick ASCIONE en multiphonie spatiale conçue et projetée sur 16 pistes réelles.

ca. 1990 Spatialisateur de l'IRCAM

depuis 1986, THELEME CONTEMPORAIN ~~ET~~ est un précurseur actif dans ce domaine :

1986-96 5 stages d'interprétation de la musique acousmatique

1996 Concerts "1 œuvre, 3 interprètes" au festival FUTURA

1996 Organisation d'1 Table ronde sur la spatialisation de la musique électroacoustique et publication (Ars Sonora, CDMC)

La tendance actuelle va vers une interprétation de l'espace en direct sur scène :

années Méta-instrument de S. DE LAUBIER et DURY

1997 Les couleurs du vent de B. MERLIER : un interprète d'espace sur scène.

2000 1^{er} CD de musique électroacoustique spatialisé en 5.1

VI- Quelques études de cas.

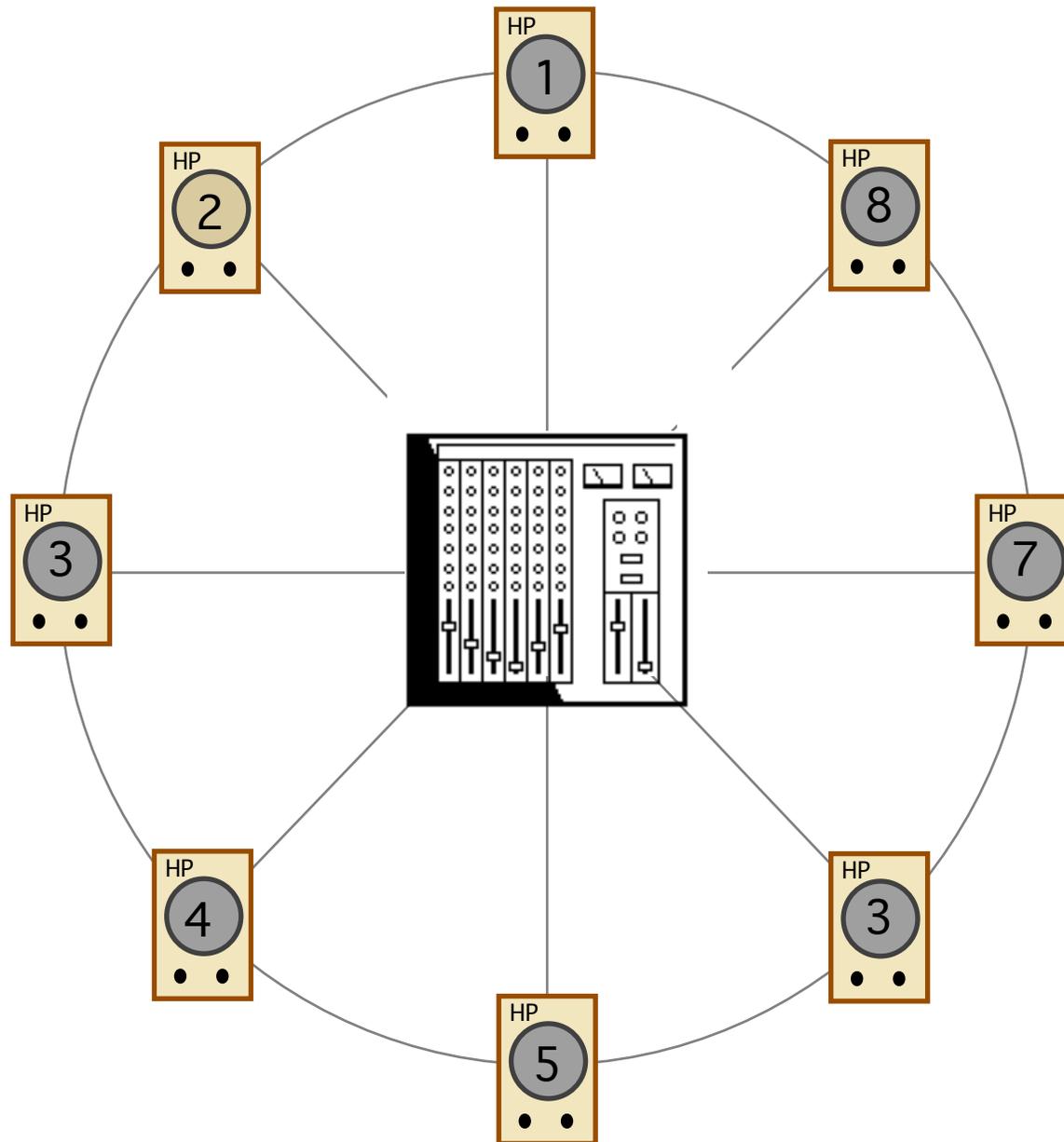
1) Musique électroacoustique : l'interprète d'espace

a) Spatialisation du son en concert sur un orchestre de haut-parleurs

L'utilisation de plusieurs haut-parleurs permet la création d'un **espace externe** au son - en direct lors de l'écoute - et ce, à partir d'un enregistrement sonore le plus souvent "fixé" en stéréo sur un support magnétique.

Les musiques de support (musique acousmatique ou bande son au cinéma) ont depuis fort longtemps ressenti la nécessité de (re)créer un nouvel espace lors du concert. La spatialisation du son se fait à l'aide d'une table de diffusion (sorte de table de mixage, qui possède plus de sorties que d'entrées : 2 entrées stéréo, autant de sorties que de haut-parleurs). Ce sont les potentiomètres de sortie qui servent à contrôler la diffusion. Le jeu sur les potentiomètres contrôlant les haut-parleurs a trois effets :

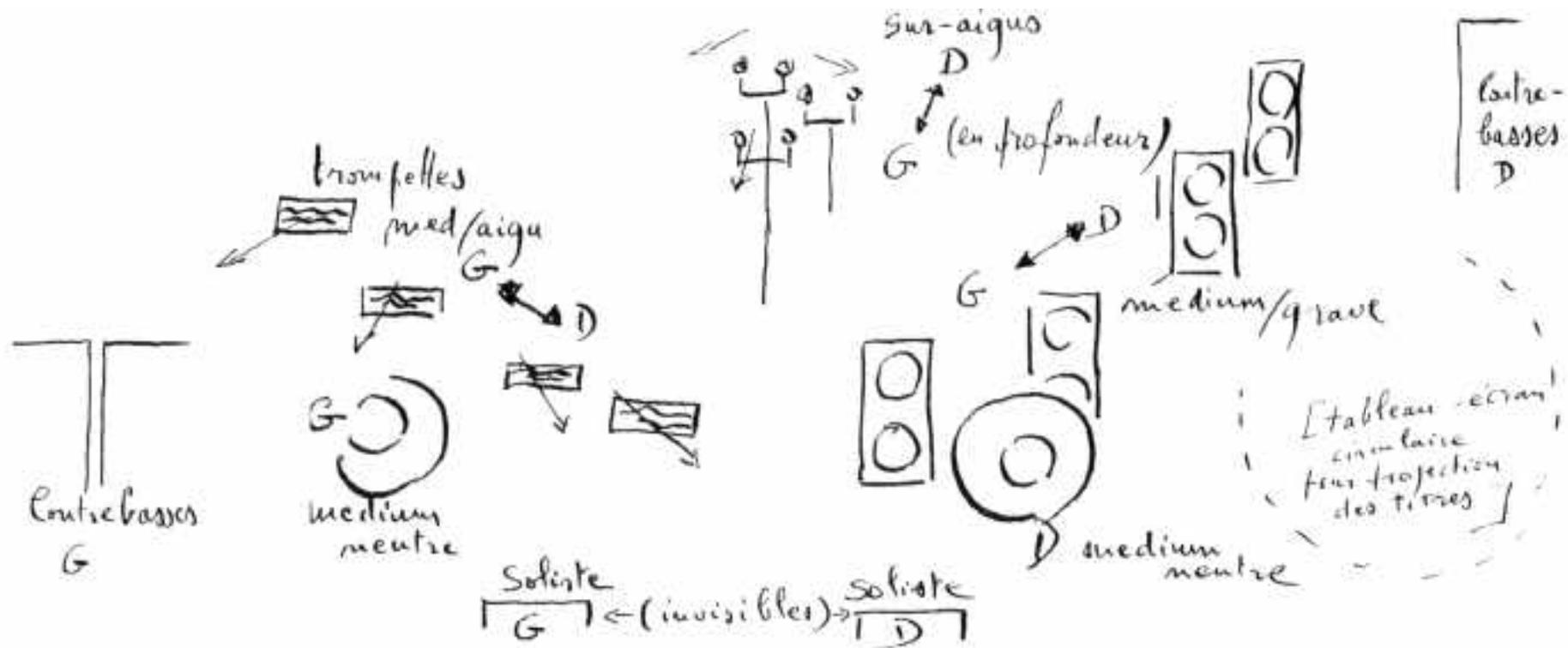
- 1) le réglage individuel de l'amplitude ou de l'intensité de chacun des haut-parleurs ;
- 2) de ce simple contrôle d'amplitude découle un effet de spatialisation : monter le son d'un haut-parleur semble déplacer la source du son vers ce haut-parleur. Ainsi sont possibles des effets de gauche-droite, avant-arrière et toutes autres combinaisons ;
- 3) le choix de tel ou tel haut-parleur, de marque différente ou de position spatiale différente, induit des variations de timbres plus ou moins perceptibles.



Diffusion ou projection du son sur un orchestre de haut-parleurs.

La spatialisation du son en concert est peu à peu devenu un geste instrumental à part entière : "Aménageant tutti et soli, nuances et contrastes, reliefs et mouvements, le musicien au pupitre devient le concepteur d'une *orchestration* et d'une *interprétation* vivante." (M. CHION)

La position spatiale des sons joue un rôle actif dans la musique.



Espace Cardin. Paris - 1974
 Création de l'Expérience Acoustique

opérateur (F. Bayle)
 / (régie dynamique)
 8 voies

L'acousmonium du GRM en 1974

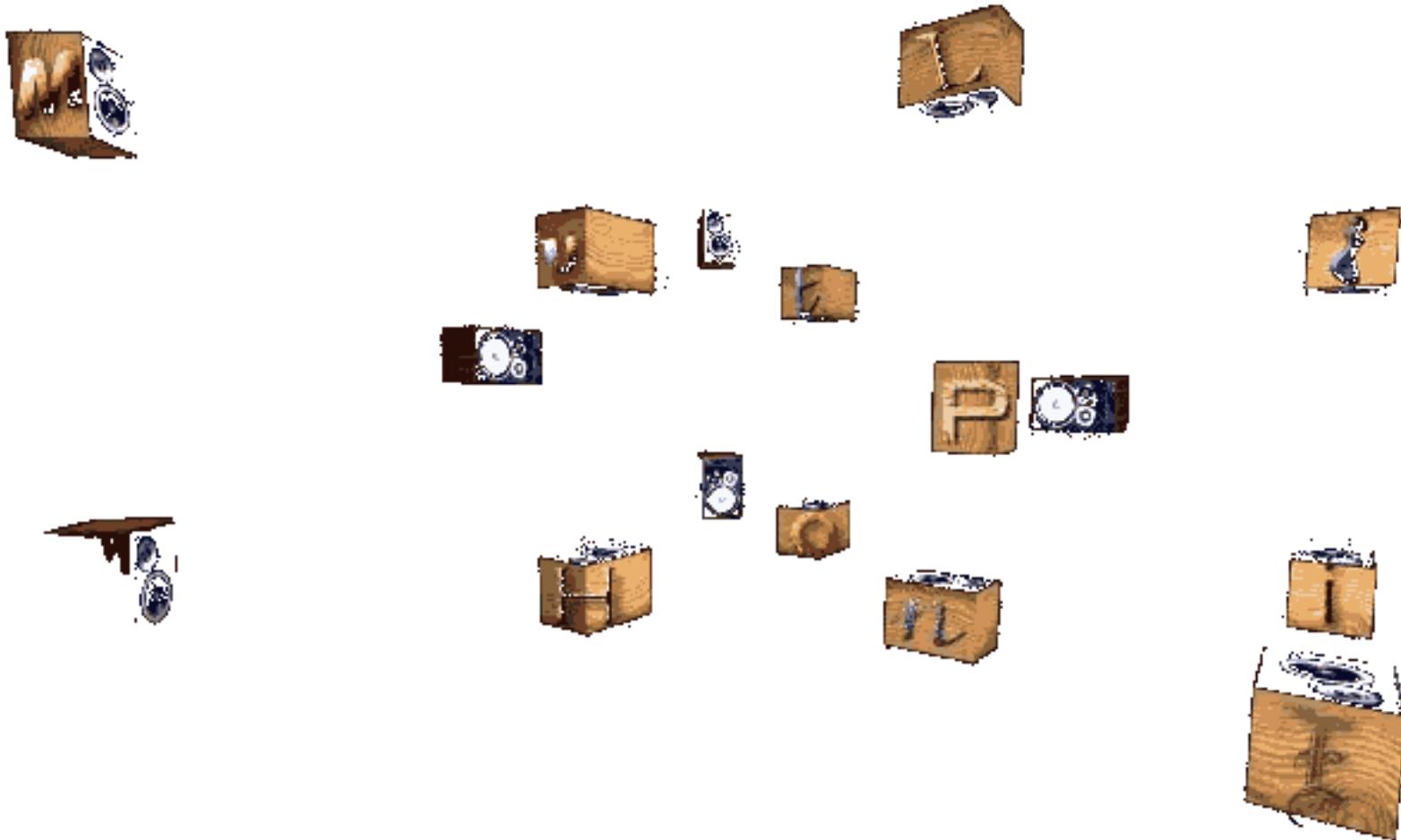


2) Musique électroacoustique pure : fixation de l'espace

a) La multiphonie

[file:///SYST9.2/Documents/ESPACE/JMD/multiphonie et composition](file:///SYST9.2/Documents/ESPACE/JMD/multiphonie%20et%20composition)

Jean-Marc Duchenne



3) Musique instrumentale et mixte : Le dialogue de l'ombre double

Écrit en 1985 par le compositeur Pierre BOULEZ, le *Dialogue de l'ombre double* est un impressionnant travail de recherche sur l'écriture, sur une utilisation possible des moyens électroacoustiques et sur la spatialisation du son.

En utilisant l'outil électroacoustique pour un enrichissement de l'écriture et du langage et non pas pour un travail sur le timbre, Pierre BOULEZ innove dans une direction radicalement opposée aux démarches des compositeurs issus de la musique concrète.

Le clarinettiste soliste est entouré de 6 autres sources dispersées (haut-parleurs). Il dialogue avec son « double », qui n'est autre que lui-même, enregistré au préalable...

pour clarinette en direct et clarinette sur bande enregistrée au préalable. L'instrument dialogue avec lui-même.

L'instrument est fixe (pas ou peu sonorisé). Son double s'exprime par l'intermédiaire de six haut-parleurs.

Le son du vrai instrument est focalisé, localisé et son origine est visible.

Le double joue par l'intermédiaire de six haut-parleurs. La lumière est éteinte. L'instrumentiste s'efface dans l'obscurité et ne « gâche pas la vue ». La perte du repère visuel permet de mieux percevoir la spatialisation.

Il s'agit d'un dialogue : les deux instruments ne parlent pas en même temps : une alternance de strophes et de transitions (pour le double) se succèdent, avec parfois un léger tuilage.

Jouée en concert, cette œuvre comporte une dimension théâtrale, simple, mais subtilement accentuée par quelques jeux d'obscurité ou d'éclairages, écrits par le compositeur lui-même.

La spatialisation du son est décrite dans ses moindres détails sous forme d'une partition graphique d'une extrême précision.

L'enregistrement sur CD (stéréo) de cette œuvre lui fait perdre une grande partie de son intérêt, en réduisant drastiquement le travail de spatialisation. La virtuosité des partitions de la clarinette et de la spatialisation, la relative complexité du dispositif à mettre en œuvre rendent ainsi cette œuvre « rare ».

a) Mouvements

1. Sigle initial (chuchoté, hâtif, mystérieux)
2. Strophe I (assez vif, flexible, fluide)
3. Transitoire I/II
4. Strophe II (assez modéré, calme, flottant)
5. Transitoire II/III
6. Strophe III (très lent)
7. Transitoire III/IV
8. Strophe IV (très rapide)
9. Transitoire IV/V
10. Strophe V (vif, rigide)
11. Transitoire V/VI
12. Strophe VI
13. Sigle final (très rapide, agité, mais murmuré)

Dialogue de l'ombre double - vocable emprunté au Soulier de satin de Claudel - est une alternance de strophes et de transitions interprétées par le même instrumentiste. Les strophes sont jouées sur scène « en direct » ; les transitions ont été préalablement enregistrées et sont diffusées sur six haut-parleurs. A la présence réelle et localisée des uns, s'oppose la présence imaginaire et diffuse des autres. **Les strophes sont chacune centrées sur une idée unique ; les transitions nous font passer insensiblement d'un motif à l'autre.**

Le **sigle initial** explore les différents haut-parleurs, un par un, puis deux, puis trois, puis les six ensemble. Boulez évoque le rassemblement des amis qui se rendant à la fête de Berio¹.

Transition de I à II propose un deuxième type de spatialisation : rotation sur les 6 haut-parleurs. La référence à Stockhausen est explicite.

Transition de II à III joue sur des effets de plan sonores

Deux plans, transitions de 1 à 2

Un plan fixe et des petites notes qui sortent du plan fixe.

Transition de 5 à 6 joue sur les lointains et proches.

Transition de IV à V : très nerveux, hystérique, zig-zag, pas un groupe sur le même haut-parleur, finit sur un crescendo d'espace.

Sigle final : Enregistré très fort, mais le micro éloigné.

Alors que le sigle initial est enregistré très faible et très près.

VII- Expériences personnelles en musique électroacoustique.

1) Constat : problèmes et inadéquations des dispositifs actuels

Les musiques électroacoustiques se diffusent sur un ensemble de haut-parleurs dont le nombre peut aller d'une dizaine à une soixantaine. L'intérêt de disposer de tant de haut-parleurs est au moins comparable à celui de diriger ou de savourer un orchestre symphonique : multiplicité des sources sonores, élargissement de l'espace et/ou effets d'espace, ... Cependant, la multiplication des voies de diffusion entraîne des problèmes de maîtrise de la spatialisation, voire de virtuosité : on dispose de contrôles individuels pour chaque haut-parleur (ou chaque groupe de haut-parleurs) ; comment alors contrôler efficacement 30 voies avec seulement 2 mains ou 10 doigts ?

La table de mixage ou la table de diffusion est un outil inadapté à la manipulation de l'espace. Toute tentative de virtuosité est impossible :

- aucune adéquation à la morphologie de la main
- aucune adéquation au problème à résoudre : droite-gauche, haut-bas, loin-proche, sec-reverbéré... ?
- aucune sensation tactile ou corporelle ou énergétique de l'espace (propriétés "kyné-proprio perceptives"). L'interprète dispose de repères visuels et auditifs, mais pas gestuels, ni physiques.

- aucune visibilité ou lisibilité du geste de la part de l'auditeur. La console est soit en régie, soit en général au milieu du public. S'il est assis devant la console, le public ne voit pas le geste ; s'il est assis derrière la console, le public voit le dos de l'interprète.
Donc, l'espace est mal maîtrisé par l'interprète ... et mal perçu par les auditeurs.

2) Réponses et propositions

<http://tc2.free.fr/Espace/TRInterp.html>

a) 1997 "Les couleurs du Vent" : vers un jeu instrumental incluant l'espace

Peut-on "jouer de l'espace en direct, sur scène", comme un instrumentiste ?

"Les couleurs du vent" est l'une des toutes premières tentatives de production et de spatialisation de musique électroacoustique en direct sur scène, en tant qu'instrumentiste.

[CDV Harpe #2](#)

b) 2000 "Premier CD de musique électroacoustique spatialisée en surround 5.1"

vers une fixation de l'espace
<http://tc2.free.fr/Surround.html>

Bertrand Merlier

Musiques électroacoustiques spatialisées en 5.1 et encodées en D.T.S.

ATTENTION !
L'écoute de ce CD nécessite impérativement un décodeur numérique Surround™ DTS

THELEME
CONTEMPORAIN
Gites 26740 SAVASSE

2000

VIII- Conclusions : **vers une intégration de l'espace dans le discours musical.**

- il existe déjà de nombreuses expériences, pas ou peu formalisées ;
- l'espace touche à la fois la composition et l'interprétation ;
- les moyens informatiques facilitent ce travail de l'espace ;
- Le travail en studio (temps différé) permet un travail approfondi ;
La fixation de l'espace sur un support est envisageable.
- la spatialisation en direct se pratique aussi, de diverses manières :
console de diffusion, capteurs...
- l'écoute à domicile d'œuvres spatialisées devient possible,
grâce au CD 5.1 et DVD ;

L'introduction d'un cinquième paramètre sonore soulève de nombreuses questions : vocabulaire, perception, notation, interprétation, écriture...

Site de THELEME CONTEMPORAIN : <http://tc2.free.fr/Espace/>

Site de Jean-Marc Duchenne : <http://multiphonie.free.fr/>