

"Le haut-parleur comme surface de représentation des musiques"

Cahiers du CIREM (1996)



Kit ambiophonique

Les espaces de représentation

Les différents types de sons

Les différents types de haut-parleurs

Les techniques compositionnelles

Résumé

Depuis une cinquantaine d'années, les dispositifs de diffusion électro-acoustique ont pris une place considérable dans la diffusion de toutes les musiques. On trouve ainsi des haut-parleurs de toutes tailles, sur les postes radio, sur les télévisions, sur les chaînes HIFI et sur les baladeurs.

Le système de représentation des sons, bouleversé par les technologies informatiques et par les supports numériques s'appuie dorénavant sur les signaux sonores comme matériau du musicien. Ainsi, les techniques compositionnelles traditionnelles sont remises en cause par l'écriture stéréophonique.

Les espaces de représentation

A l'heure actuelle, les haut-parleurs ont pris une telle place dans la vie quotidienne publique et privée, avec la télévision, la radio, la chaîne HIFI, les instruments MIDI et les baladeurs qu'il n'y a paradoxalement pas d'études sérieuses sur leur emploi en musique.

Si on a tendance à parler aujourd'hui de notre société, comme une société de l'image, on oublie trop souvent que celle-ci est étroitement associée au son, et à ses technologies. Que serait une image télévisée et une image animée sans commentaires parlés et sans dialogues, que serait notre écoute sans chaîne HIFI et sans CD.

Ainsi, la prolifération des équipements électroniques qui bouleverse aussi bien la création que la diffusion des musiques, est révélatrice de la transformation en profondeur du système de représentation.

On comprendra mieux ainsi comment la cohérence qui existe entre les outils d'édition informatiques et les équipements de diffusion électro-acoustique puisse se faire autour des signaux sonores, qui deviennent le matériau des musiciens.

Les dispositifs de diffusion

Quotidiennement, nous recevons donc des signaux sonores à travers la membrane des haut-parleurs, que ce soient ceux de la télévision, de la radio, de la chaîne HIFI, du téléphone ou de la station multimédia.

Catalogués suivant le nombre et la taille des haut-parleurs employés pour projeter ces signaux, les dispositifs de diffusion électro-acoustique remplacent souvent les instruments acoustiques, en créant intentionnellement des champs acoustiques réels ou virtuels.

On distingue quatre types de dispositifs :

- le dispositif de diffusion électro-acoustique doté d'un ensemble de plusieurs haut-parleurs disposés: en "orchestre" (cas de l'Acousmonium du GRM et du Gmebaphone du GMEB), en "château": cas des musiques amplifiées et des sonorisation des musiques en plein-air (rock, jazz, techno, etc.), en ligne (cas des environnements sonores et des installations sonores). Dans tous ces cas de figure, la multiplication des enceintes acoustiques augmentent les degrés de liberté mais rendent difficiles la création du relief sonore ;
- le dispositif 3/2 avec 2 enceintes frontales, 1 enceinte centrale et 2 enceintes arrières pour les effets qui donnent un équilibre musical et une homogénéité parfaite à l'ensemble (chaîne HIFI, télévision stéréo) ;
- le casque ou la chaîne miniature: dispositif individuel qui permet l'écoute radio ou l'écoute des musiques enregistrées (cassette, CD, CD-ROM) ;
- le casque relié à l'ordinateur: dispositif individuel pour la simulation des acoustiques des salles et la spatialisation des sources.

Les espaces de représentation

Tous ces haut-parleurs que l'on peut associer maintenant à quatre grandes configurations, structurent quatre espaces de représentations des musiques :

- l'espace sonorisé qui diffuse les musiques amplifiées, mixtes, électro-acoustiques ou enregistrées: salle de concert, auditorium, sonorisation extérieure ;
- l'espace audiovisuel qui diffuse les musiques enregistrées et retransmises avec ou sans l'image: salle de cinéma, salle audiovisuelle, salon ;
- l'espace multimédia qui diffuse les musiques numériques enregistrées sur CD-ROM ou transmises par réseau: salle de formation, bureau à la maison ;

- l'espace virtuel qui diffuse les musiques numériques enregistrées sur CD-ROM ou transmises par réseau: casque.

Les zones d'écoute

Dans chaque espace, les différentes scènes auditives sont associées aux zones de diffusion des haut-parleurs. Ce sont celles qui procurent un autre agrément et un autre intérêt, que le rayonnement instrumental.

Chaque zone comprend des points où le message sonore n'est pas transmis intégrale-ment, mais où l'auditeur dispose de repères suffisants pour une reconstitution satisfaisante. En dehors des régions privilégiées, il y a distorsion d'espace.

Toutefois, à l'exception de l'écoute au casque, la scène sonore proposée est plus large que le cône de vigilance de l'auditeur pour que celui-ci puisse promener son écoute.

On verra comment le compositeur peut exploiter les différentes configurations des dispositifs électro-acoustiques, pour projeter ses propres signaux.



Les différents types de sons

Avant cela, il me semble important de décrire les différents types de sons, transmis par les haut-parleurs.

Les différents sons

Ce sont principalement des voix, des sons instrumentaux, des bruits, des sons naturels ou synthétiques qui créent différents environnements. Quelques soient leurs formes, ils peuvent être interprétés différemment, suivant le sens que leur donne, celui qui les écoute.

A l'émission "Arrêt sur images" d'Arte, on pourrait très bien ainsi substituer une émission intitulé "Arrêt sur le son" pour décrypter les commentaires, les dialogues ou les sons synthétiques diffusés par les haut-parleurs.

On apprendrais ainsi :

- à identifier la source : locuteur, chanteur, instrumentiste, corps sonore ;
- à connaître le langage utilisé : vocabulaire, gamme, signes ;

- à différencier les styles : interprétation, intonation, modes de jeux ;
- à décoder l'information véhiculée : ordre, sollicitation, commande, intention ;
- à identifier le lieu : localité, région, pays ;
- à savoir le temps : heure, mois, année.

Leurs rôles

Les sons que nous sommes amenés ainsi à produire par la parole ou par le jeu instrumental, les sons que nous entendons ou écoutons jouent différents rôles :

- un rôle attentionnel : le son avertit l'auditeur sur un évènement en train de se passer ;
- un rôle rétionnel : le son (timbre de la voix, son d'une cloche, bruit de porte) s'associe dans la mémoire de celui qui écoute, à la connaissance d'une personne, d'un objet, d'un lieu ou d'une action ;
- un rôle explicatif : le son (parole d'un documentaire, musique) rend intelligible un objet, une personne, un fait ou une situation ;
- un rôle illusoire : le son (sons instrumentaux, sons de synthèse) fait rêver ou fait illusion entre ce qui est et ce qui est dit.

Les voix, qui véhiculent de l'affectivité par l'intonation liée au timbre, et du sens par les mots, se distinguent immédiatement des sons instrumentaux et des autres sons.

Il sera donc important pour le compositeur d'articuler les différents types de sons en fonction du rôle qu'ils jouent dans la mémoire des auditeurs.



Les différents types de haut-parleurs

Sans nous attarder longuement sur les caractéristiques techniques des haut-parleurs d'aujourd'hui, on remarquera seulement dans la description qui suit, leur diversité.

Le haut-parleur

Un haut-parleur est transducteur qui convertit une énergie électrique en une énergie acoustique. Le haut-parleur diffuse donc des "images

auditives", qui n'existent que dans la tête de celui qui écoute, puisque les sources sont virtuelles.

S'il existe une grande variété de haut-parleurs, tous possèdent un moteur et une membrane. Pour transformer directement une énergie électrique en une énergie mécanique, le champ de force électromagnétique ou le champ de force électrostatique sont utilisés.

La courbe de réponse d'un haut-parleur comprend 4 zones :

- une zone a, dont la courbe de réponse est ascendante jusqu'à la fréquence de résonance ;
- une zone b, dont la courbe de réponse est droite entre la fréquence de résonance et la fréquence de coupure. Cette zone contribue à la diffusion omnidirectionnelle ;
- une zone c, au delà de la fréquence de coupure, où le haut-parleur devient directif ;
- une zone d, avec une courbe accidentée des résonances.

Les types de haut-parleur

On en distingue quatre :

- le haut-parleur électrostatique : il utilise l'interaction d'un champ électrostatique avec des charges électriques et est de qualité nettement supérieure à l'électrodynamique : ce haut-parleur crée une très bonne approximation d'un champ acoustique jusqu'à 15 kHz ;
- le haut-parleur à plasma : variante du haut-parleur électrostatique, il utilise des charges non plus stockées sur une membrane physique mais contenues dans un petit volume d'air qui joue le rôle d'une membrane légère ;
- le haut-parleur électrodynamique qui utilise le principe des moteurs électriques (réaction d'un conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique). Si le haut-parleur est de bonne qualité, la pression acoustique et la tension sont étroitement proportionnelles dans un large domaine. La sensibilité décroît ici avec la puissance ;
- le haut-parleur numérique : haut-parleur à membrane, avec un bit pour chaque zone, donc une valeur de tension.

L'enceinte acoustique

C'est un ensemble fonctionnel de propagation des signaux sonores, qui regroupe dans une boîte plusieurs haut-parleurs, avec les charges et les filtres.

La disposition des haut-parleurs sur la surface avant (ou baffle de l'enceinte acoustique), agit sur la phase relative qui a une importance sur la courbe de réponse générale, et donc sur la distribution spatiale

de l'énergie. Les haut-parleurs émettent des ondes complexes, sphériques à une certaine distance, et planes au voisinage de l'auditeur.

Ainsi dans une salle, la pression sonore résultante dépend autant des haut-parleurs que du volume dans lequel ils sont placés. Si l'auditeur se place dans le champ acoustique des enceintes, il modifie les ondes incidentes.

Dans l'espace de représentation audiovisuel ou multimédia, ils existent donc peu de positions absolues qui permettent de bénéficier de la meilleure écoute, pour apprécier les effets stéréophonique, par exemple.

Dans une enceinte acoustique, on distingue 5 types de haut-parleurs qui se partagent la bande passante de l'oreille (de 15 Hz à 16 kHz) :

- **le boomer** : haut-parleur de 25 à 46 cm de diamètre, il est chargé de la reproduction des fréquences basses. Sa courbe de réponse usuelle est comprise entre 40 Hz et 300 Hz ;
- **le médium** : haut-parleur destiné à reproduire les fréquences médianes entre 200 Hz et 7 kHz. Sur les ensembles de forte puissance, cette section est séparée en "bas médium" (200 Hz à 1,2 kHz) et "haut-médium" (1,2 kHz à 7 kHz) ;
- **le subwoofer** : haut-parleur reproduisant les fréquences basses lorsque l'enceinte ne contient pas de boomer suffisamment puissant, il est monophonique entre 40 Hz et 120 Hz maximum ;
- **le supertweeter** : haut-parleur reproduisant les fréquences aiguës en cas de défaillance du tweeter. Sa courbe de réponse est comprise entre 5 kHz et 25 kHz ;
- **le tweeter** : dédié aux fréquences aiguës, il est formé d'un dôme de 19 à 30 cm de diamètre pour les faibles niveaux et d'un ensemble moteur/pavillon pour les forts niveaux : sa courbe de réponse est comprise entre 5 kHz et 20 kHz.



Les techniques compositionnelles

Depuis 1948, les musiciens se sont appropriés les microphones et les magnétophones, pour très rapidement produire deux types de musiques :

- d'un côté, des musiques qui se vivent en direct ("live") devant le micro: ce sont toutes les musiques amplifiées, (rock, jazz, techno, etc.), et les musiques mixtes, qui privilégient le jeu instrumental ;

- de l'autre des musiques enregistrées qui se projettent en salle à partir du support magnétique (bande, cassette) ou numérique (CD, CD-ROM): ce sont les musiques de films, les musiques concrètes, les musiques électro-acoustiques et les musiques interactives qui privilégient l'écoute.

Cette ouverture sur le microscopique (audition détaillée des transitoires de l'"objet sonore") et sur le macroscopique (amplification de l'"objet sonore") a donné naissance à un nouveau système de représentation des sons, dans lequel les haut-parleurs, comme sources des vibrations acoustique dans l'espace réel, constituent des éléments très importants.

Par rapport aux sources instrumentales acoustiques, les haut-parleurs ont trois caractéristiques principales :

- ils peuvent diffuser une multiplicité de sons: voix, sons instrumentaux, bruits, sons naturels, etc. ;
- ils modifient les fonctions traditionnelles de localisation des sons par famille d'instruments ;
- ils modifient les lois de la distance et de la perspective en élargissant l'espace de représentation et ses dimensions, quelque soit le dispositif de diffusion (orchestre de haut-parleurs, chaîne HIFI, système 3/2, station multimédia ou casque).

Ainsi le musicien doit apprendre à produire, à transformer et à diffuser des signaux acoustiques de telle façon qu'il puisse créer dans la zone d'écoute et donc chez l'auditeur des "images auditives" intéressantes.

Le système Hertzien

Aujourd'hui, ce sont les progrès des techniques électromécaniques, électroniques et informatiques, qui permettent de les enregistrer, de les représenter, de les synthétiser, de les éditer, de les jouer, de les diffuser et de les transmettre.

Or, la théorie musicale, le solfège et les pratiques instrumentales enseignées dans les écoles, s'appuient principalement sur le système tempéré et donc, sur la tonalité et la production de sons harmoniques.

Pour travailler avec une théorie en cohérence avec les nouvelles technologies et donc avec les signaux acoustiques, il faut s'appuyer sur un autre système que j'ai appelé **le système Hertzien**.

Ce système permet d'intégrer tous les types de sons (sons purs, sons harmoniques, sons formantiques, sons inharmoniques, sons bruités, etc.) et de travailler sur une autre représentation (les "objets sonores") qui devient le lieu de la spectralité comme nouvelle théorie musicale.

A la différence des musiciens "spectraux", le spectre est utilisé ici comme matériau, et non comme une métaphore.

Les outils électriques

Ce matériau permet aux musiciens de développer des esthétiques différentes avec des outils électriques finalement similaires.

Ce sont :

- des instruments électriques (synthétiseurs, instruments MIDI, guitares, etc.) ;
- des périphériques électronique (boîte à rythme, effets numériques, etc.) ;
- des ordinateurs dotées des logiciels d'édition et de spatialisation ;
- des dispositifs de diffusion électro-acoustique (microphone, table de mixage, haut-parleurs).

Parmi tous ces outils, l'ordinateur est devenu en quelques années, l'élément central, qui va permettre la création, la transformation, le stockage, la gestion et la diffusion de tous les types de sons.

Dans cet univers, les logiciels que l'on distingue sont :

- les éditeurs de partitions : Finale, Sibélius ou Harmony Assistant ;
- les éditeurs audio / MIDI : Goldwave, AudioSculpt, Cubase ou Audition ;
- les logiciels d'instruments ou de patches virtuels : Brass, Reaktor ou Max ;
- les logiciels de diffusion comme Live.

Les nouvelles techniques compositionnelles

Parmi tous ces outils, les haut-parleurs, suivant le titre de mon propos, sont bien les surfaces des modifications profondes du système de représentation.

L'utilisation des signaux sonores appellent ainsi à la formalisation de nouvelles règles qui tiennent compte à la fois de la perception, du matériau, de l'écriture, de l'instrumentarium et du dispositif de diffusion.

Depuis Schaeffer (*Traité des objets musicaux*, 1966), l'évènement de base est l'"objet sonore". Ainsi, aux écritures musicales et textuelles qui se sont construites à partir des notes et des lettres,

s'ajoutent les dimensions physiques et perceptives des signaux acoustiques.

L'oeuvre musicale s'articule dorénavant autour d'évènements énergétiques que le musicien met en forme pour matérialiser son esthétique à l'auditeur.

Les unités perceptuelles associées aux couples lettre/ "objet sonore", mot/motif, phrase/mélodie, histoire/mouvement vont se développer et s'articuler, non plus seulement sur les combinaisons des alphabets initiaux (vocabulaire, règles d'articulation), mais sur la transformation des paramètres des "objets sonores".

La théorie spectrale de Terhardt (1982) peut ici servir à établir une nomenclature des évènements sonores à partir des spectres et à définir leurs domaines d'application.

L'écriture stéréophonique

Aujourd'hui, l'écriture stéréophonique s'impose comme étant la mise en relief des signaux acoustiques enregistrés ou émis par les sources instrumentales, à travers les haut-parleurs d'un dispositif de diffusion électro-acoustique. Elle cherche à immerger l'auditeur dans un champ acoustique créé par plusieurs sources virtuelles, placées autour de lui.

Les phénomènes physiques impliqués sont intimement liés aux facteurs subjectifs de la perception et dépendent de 4 critères de qualité :

- l'étendue de la scène sonore (zone d'écoute) ;
- la répartition des sources (espace représentatif) ;
- la polarisation dans l'espace subjectif ;
- la compacité entre monophonie et relief idéal.

Lorsque la zone d'écoute est très large (espace sonorisé), la stéréophonie perd un certain nombre de ses avantages. La relation entre le relief sonore, les sensations directionnelles et l'effet de salle n'est par conséquent pas simple.

La salle d'écoute parfaite a été normalisée comme étant une pièce de dimensions moyennes (40 à 60 m³), relativement absorbante, ne présentant pas de plans réfléchissants (vitres ou glaces), et dotée du maximum de diffusion.

Ainsi, l'espace audiovisuel des musiques enregistrées (salle de cinéma et salle audiovisuelle) ainsi que l'espace multimédia des musiques numériques (chaîne HIFI, ordinateur personnel), que nous avons décrits au début de cet exposé, se trouvent justifiés par les propriétés de notre audition.

A chaque oeuvre, son dispositif

Pour terminer, je vous présenterai l'expérience acquise grâce à trois de mes oeuvres qui utilisent chacune, un dispositif électro-acoustique particulier.

■ "Pièces" (1979)

Oeuvre écrite pour guitare et sons électroniques enregistrés sur bande magnétique, ces "Pièces" montrent comment un instrumentiste peut intervenir dans un environnement sonore synthétique.

Aujourd'hui, les suiveurs de partition permettent à l'ordinateur d'effectuer la synthèse, les effets et les contrôles Midi en temps réel à partir des paramètres extraits des signaux émis par l'instrument.

■ "Recht is..." (1983)

Oeuvre écrite pour sons analogiques et électroniques, enregistrés sur bande magnétique, "Recht is", montre comment il est possible de créer un paysage sonore, à partir d'un très grand nombre de haut-parleurs, disposés en plein-air, sur plusieurs centaines de mètres.

La puissance des effets imaginés en studio a été particulièrement réussi : déplacement des sons en fonction de la distance entre les haut-parleurs.

■ "Turbulences" (1987)

Oeuvre écrite pour sons synthétiques, enregistrés sur bande magnétique, ces "Turbulences" jouent sur les déplacements virtuels dans l'espace des haut-parleurs.

Aujourd'hui un spatialisateur peut traiter à la fois les paramètres perceptifs de l'auditeur et les paramètres acoustiques de la salle : ce qui donne au compositeur la possibilité de jouer sur la diffusion des sons dans l'espace.

