

La maîtrise de l'espace dans la recherche
musicale et scientifique

(par Marco STROPPA et Jean-Marie ADRIEN)

Les enjeux musicaux (par Marco STROPPA)

Publié dans : MOTIV, Musik in Gesellschaft anderer Künste,
Mai 1991, Verlag KONSTRUKTIV, Berlin
(traduction allemande : Rudolf Kimmig)

Le champ sémantique du mot "espace" appliqué à la musique est extrêmement large. Même si l'on élimine les multiples emplois métaphoriques (espace de hauteurs, de timbres, espace cartésien à plusieurs dimensions, etc...) et si l'on reste dans un contexte purement physique, de nombreux exemples musicaux et travaux théoriques de philosophes, psychologues, musicologues, etc., relèvent de ce domaine.

L'objectif de ce texte n'est donc pas de reposer d'anciennes questions sur la perception, la fonction et l'importance du facteur "espace" en musique, mais plutôt de rappeler schématiquement quelques expériences musicales passées, afin de mieux évaluer les enjeux ~~de la~~ maîtrise de l'espace. ~~N. STROPPA~~

des recherches scientifiques sur la

000

On peut, tout d'abord, faire une distinction entre les œuvres utilisant des moyens purement acoustiques (c'est-à-dire des instruments traditionnels) et celles qui emploient la chaîne électroacoustique (microphone, magnétophone, amplificateur et haut-parleur).

Dans le cas des œuvres acoustiques, le champ d'action du compositeur est très réduit. Son choix se limite, en effet, à placer des instruments, ou des groupes instrumentaux, dans certains points de la salle de concert, évitant ainsi la diffusion frontale du concert classique. Cette démarche se heurte, cependant, à de multiples contraintes : la structure d'une salle ne pouvant être facilement modifiée, l'emplacement des interprètes est contraint par cette rigidité. A chaque exécution, le dispositif doit être réadapté. De plus, il est assez utopique d'envisager qu'un musicien se déplace lors d'un concert. Pour simuler un effet de mouvement sonore, le compositeur cherchera donc à éclater le matériau musical entre différents instruments; cette technique se révèle insuffisante dans certains cas.

Malgré ces contraintes, le placement dans l'espace de plusieurs sources sonores a séduit nombre de compositeurs depuis des siècles. Parmi les exemples les plus connus, on peut citer la pratique du double chœur à l'époque de la Renaissance, dans la Venise de Willaert et des Gabrieli. Ces musiciens ont profité, à vrai dire, des caractéristiques exceptionnelles des églises, leur structure comprenant deux orgues et deux zones de diffusion placées l'une en face de l'autre.

Des effets d'écho d'origine baroque se trouvent dans la *Sérénade Nocturne* K239 pour deux groupes orchestraux et dans le *Nocturne* K286 pour quatre groupes orchestraux de Mozart, tandis que Berlioz (*Symphonie funèbre et triomphale*, *Grande Messe des Morts*, entre autres) utilise l'espace à des fins surtout dramatiques et spectaculaires.

La pratique musicale du XXe siècle nous présente, elle aussi, beaucoup de cas de dispositions spatiales non traditionnelles. La nécessité de rendre plus facilement compréhensible un matériau musical excessivement complexe et surabondant, et le besoin de créer des effets de contrepoint spatial, sont à la base de la diversification des sources sonores en plusieurs points ou surfaces distincts. On rappellera, à titre d'exemple, des expériences, souvent inaccomplies : les œuvres de pionniers telles que *From the Steeples and the Mountains* (1901) ou la monumentale *Universe Symphony* de Ives et le *Jakobsleiter* (1917) de Schoenberg; l'intuition, chez Varèse, d'un espace acoustique "libéré", en mesure de recevoir un son lui aussi "libéré" des conceptions des langages historiques; les travaux de Stockhausen, de Gruppen (1955/57) et Carré (1960); ou encore *Alleluiah II* (1956/57) de Berio, *Thirty Pieces for Five Orchestras* (1981) de Cage, *Tif'ereth* (1978/85) pour six solistes amplifiés et six groupes orchestraux de Nunes.

D'autres ambitions animent certains compositeurs : par exemple, pour Boulez, la volonté de transgresser la "géométrie de l'orchestre moderne", ou encore, pour Xenakis (*Persephassa*) et Grisey (*Tempus ex Machina I*), de simuler un mouvement circulaire du son en disposant les interprètes autour du public.

C'est cependant l'invention de la chaîne électroacoustique qui, lors d'œuvres mixtes pour instruments et bande, bouleverse véritablement la pensée compositionnelle, en la dégageant en partie des contraintes liées à la salle et à l'emplacement des musiciens. Pour la première fois, en effet, le point de diffusion sonore se sépare de la source naturelle, ce qui permet à la fois la concentration de plusieurs sources en un point de diffusion unique et l'éclatement d'une source en plusieurs points distincts. La chaîne électroacoustique est également utilisée lors de la diffusion de sons enregistrés sur bande magnétique. Dans ce contexte, l'instrumentiste et la source naturelle sont totalement éliminés du rite du concert.

Rappelons quatre expériences qui nous paraissent significatives :

Tout d'abord, le travail de Stockhausen qui, dans *Gesang der Jünglinge* (conçu pour cinq groupes de haut-parleurs disposés autour de l'auditeur), prétend "configurer la direction et le mouvement des sons dans l'espace en ouvrant ainsi une dimension nouvelle pour la musique" et, dans *Kontakte*, invente un haut-parleur posé sur une table tournante pour simuler des mouvements cycliques périodiques. Son texte "Musik im Raum" (1958) reste l'un des témoignages les plus importants de cette approche à la fois technique et esthétique.

Ensuite, l'expérience de la "musique acousmatique" (terme d'inspiration pythagorique créé par Schaeffer dans les années 60), pensée pour l'écoute directe du son à travers le haut-parleur, en éliminant toute distraction visuelle due à la présence d'interprètes sur scène. Cette expérience, liée à la pratique de la musique concrète, a donné lieu à des ensembles de haut-parleurs tels que l'Acousmonium du Groupe de Recherche Musicale de Radio-France ou le Gmèbaphone du Groupe de Musique Expérimentale de Bourges.

Dans les années 70, les recherches coordonnées par Chowning à l'Université de Stanford portent sur la simulation par l'ordinateur du volume et du mouvement sonores dans un espace virtuel. La première œuvre utilisant ces recherches, *Turenas* (1972) de Chowning, pour sons d'ordinateur, a été suivie de nombreuses autres pièces. Mais pour être pleinement efficaces, ces recherches nécessitaient une diffusion sur quatre haut-parleurs placés dans un lieu ouvert, afin d'éliminer toute interférence entre l'espace simulé par l'ordinateur et celui créé par la salle de concert.

On rappellera, enfin, les exemples de structures de diffusion multi-haut-parleurs très sophistiquées, dont l'installation est malheureusement si complexe et coûteuse qu'elle ne peut être utilisée que lors d'événements exceptionnels.

Tout d'abord, le système comprenant plus de quatre-cents haut-parleurs et une vingtaine de canaux d'amplification monté dans le Pavillon Philips dessiné par Le Corbusier et Xenakis, et utilisé pour la projection du *Poème Electronique* de Varèse (Exposition de Bruxelles, 1958). Ensuite, les *Polytopes* de Xenakis, ou la sphère de haut-parleurs conçue pour diffuser les œuvres de Stockhausen lors de l'Exposition d'Osaka de 1970. Enfin, la structure en bois en forme d'arche inventée par Renzo Piano pour le *Prometeo* de Nono (1984).

De dimensions plus modestes (soixante haut-parleurs), mais aussi plus pratiques, la Coupole Sonore conçue par Leo Küpper est l'un des premiers ensembles de diffusion multi-haut-parleurs mobiles et par conséquent adaptables à des salles de configuration différente.

Face à cette panoplie d'exemples, quels champs restent à explorer ? Comment utiliser l'expérience déjà acquise pour nous guider dans nos recherches ? Si l'on résume les applications les plus courantes de l'espace dans le cas de diffusion d'une source sonore par haut-parleurs (présente sur scène ou absente), nous identifierons schématiquement quatre catégories :

1. Equilibre dynamique. C'est le cas de l'amplification classique, par laquelle on vise à reproduire le plus fidèlement possible le son d'un instrument en ne modifiant que son volume lorsqu'il est insuffisant par rapport au contexte musical. Cette situation est fréquente aujourd'hui, à cause du déséquilibre naturel entre les différents instruments des ensembles de musique contemporaine. Elle se reproduit également lors de concertos pour soliste et ensemble, ou lors d'œuvres mixtes pour bande et ensemble ~~(c'est le cas d'intervalles intérieurs analysé durant "Atelier de co-écrit")~~.

2. Effet Microscope. Il s'agit de mettre en relief des phénomènes sonores qui, du fait de leur faible amplitude, risqueraient d'être totalement inaudibles (bruit de clefs d'une flûte, souffle d'un instrumentiste, action de l'archet sur la cordière du violon, etc...).

3. Multiplication. Le compositeur utilise le potentiel musical dégagé par l'éclatement d'une source unique en plusieurs points placés dans l'espace. C'est un phénomène de diffraction sonore.

4. Spatialisation. Il s'agit de projeter le son à travers un espace préétabli en générant ainsi des trajectoires. Le compositeur peut ainsi exploiter la dialectique son arrêté/son en mouvement, c'est-à-dire le rapport entre un objet statique et sa transformation en objet dynamique.

Mais l'exigence de nombreux compositeurs reste insatisfaite par l'état actuel des connaissances et des progrès technologiques. Dans le cas de l'amplification d'un instrument pour des raisons d'équilibre dynamique, une restitution fidèle du champ sonore de l'instrument naturel est souhaitée. Or, les résultats actuels sont encore trop éloignés de la richesse originale. Le son amplifié reste une image distordue de la source originale et, qui plus est, se mélange mal avec l'ensemble instrumental.

En poussant ces remarques un peu plus loin, même en supposant que toutes les contraintes scientifiques et technologiques n'existent plus, comment organiser l'espace, dans ses multiples significations, en tant que matériau musical ? Le manque d'information générale sur les paramètres de contrôles significatifs du point de vue musical et perceptif se traduit par une insuffisance théorique objective qui donne aux différents exemples historiques que nous avons mentionnés un caractère expérimental difficilement extensible. Mais ne réclamons-nous pas aujourd'hui, une conscience plus profonde de ce phénomène ? Peut-on imaginer une "écriture" de l'espace digne de ce nom, ce qui implique la capacité de traiter les paramètres significatifs à un niveau symbolique ? Les progrès

technologiques dans le domaine de la synthèse et du traitement en temps réel ne devraient-ils pas nous inciter d'autant plus à nous occuper de l'instant où les données traitées au sein de l'ordinateur se transforment en matériau sonore ?

Les enjeux scientifiques (par Jean-Marie ADRIEN)

Lorsque nous écoutons un instrument de musique placé dans une salle, les informations sonores qui parviennent à nos oreilles dépendent à la fois des propriétés de l'instrument qui génère cette information, des particularités de la salle qui transforment cette information avant qu'elle nous parvienne, et enfin des caractéristiques de l'oreille qui perçoit ces informations. Comprendre et contrôler le fonctionnement d'un instrument dans une salle revient à prendre en compte l'ensemble des phénomènes résultant de la conjonction de ces trois paramètres.

D'une manière très générale, un instrument de musique est constitué par un ensemble de résonateurs et d'excitateurs. Pour le violon, par exemple, l'archet ou les doigts de l'instrumentiste servent d'excitateurs, tandis que les résonateurs sont à la fois les cordes et la caisse; pour la clarinette, l'excitateur est l'anche, et le résonateur est la colonne d'air contenue dans le tube. Schématiquement, les excitateurs entretiennent la vibration des résonateurs, alors que les résonateurs transmettent cette vibration à l'air ambiant, sous forme de pression acoustique perceptible par nos oreilles.

On peut distinguer sommairement deux types d'instruments : des instruments semblables au violon, pour lesquels le signal de pression acoustique résulte du mouvement vibratoire de la caisse (c'est-à-dire du mouvement d'une surface au contact de l'air), et les instruments semblables à la clarinette, pour lesquels le signal de pression acoustique provient directement de l'information présente dans le tube, par l'intermédiaire du pavillon et des trous de clé. Dans le premier cas, il s'agit d'une source étendue, dans le deuxième cas, nous sommes face à une collection de sources discrètes; dans tous les cas, l'information délivrée par ces sources est directionnelle. Ainsi, le violon ou la clarinette ne sonneront pas de la même façon si on les écoute de face ou de côté.

Enfin, pour tous les instruments, le fonctionnement mécanique du résonateur et, donc, les propriétés directionnelles de l'information de pression transmise à l'air ambiant, dépendent non seulement de la facture de l'instrument lui-même, mais aussi très fortement de la hauteur, de la nuance et de l'articulation que produit l'instrumentiste. Toujours dans l'exemple du violon, les propriétés directionnelles varient d'un instrument à un autre et, pour un violon donné, d'une note à une autre.

En résumé, on peut considérer que l'instrument le plus général comporte un ensemble de sources, et que les propriétés directionnelles du signal de pression acoustique transmis par ces sources à l'air ambiant dépendent de la structure de l'instrument et de l'articulation musicale.

Ces signaux acoustiques complexes et directionnels sont habituellement générés par l'instrument à l'intérieur d'une salle, qui se trouve être elle-même le siège de deux phénomènes importants : la propagation des signaux acoustiques dans l'air, et leurs réflexions sur les parois.

La propagation des signaux introduit principalement des retards entre différents rayons sonores, analogues à des rayons lumineux, et liés à la distance totale que doit parcourir un rayon pour cheminer d'une source vers l'auditeur. Ces phénomènes dépendent de la géométrie de la salle et des positions de la source et de l'auditeur par rapport aux parois.

Les réflexions font intervenir les propriétés acoustiques des parois. Dans les cas extrêmes, les parois sont parfaitement réfléchissantes (un rayon sonore se réfléchit alors comme un rayon lumineux sur un miroir), ou parfaitement diffusantes (le rayon incident est alors éclaté en une infinité de rayons réfléchis). Le fonctionnement d'une paroi réelle se situe, en fait, entre ces deux extrêmes. Les phénomènes de réflexion introduisent, par ailleurs, une absorption des signaux qui dépend de leur fréquence : typiquement, un signal aigu est plus amorti qu'un signal grave.

Au total, la propagation et les réflexions des signaux produisent des phénomènes très perceptibles de filtrage et de réverbération de l'information sonore. Ils affectent donc sensiblement les signaux complexes délivrés par les sources.

Dans le meilleur des cas, les phénomènes que nous avons décrits au niveau des sources ou au niveau de la salle sont acoustiquement connus et compris. Il reste alors, pour les contrôler, à faire le lien entre cette formalisation acoustique et notre perception. Ce lien n'est pas immédiat : parmi l'ensemble des propriétés et des critères acoustiques, certains sont primordiaux du point de vue perceptuel ; il convient alors d'accorder une grande attention à leur étude et à leur contrôle. Il faut donc mettre en place un système d'évaluation subjectif, et établir la relation entre les critères perceptifs et les critères acoustiques objectifs.

C'est pourquoi une diffusion traditionnelle de sons enregistrés ou de synthèse sur une paire de haut-parleurs n'a aucune raison a priori de produire pour l'auditeur une information acoustique semblable à celle délivrée par un instrument naturel : les haut-parleurs, en tant que sources sonores, ont leurs propres propriétés directionnelles, fortement distinctes des propriétés correspondantes pour les sources naturelles. En réalité, l'utilisation des haut-parleurs revient souvent à subir leurs propriétés bien plus qu'à les contrôler. Dans un contexte musical, ceci est parfaitement perceptible et peut être extrêmement gênant.

Enfin, il apparaît que si l'on cherche à contrôler ou à simuler l'effet d'un instrument naturel placé dans une salle, il faut aborder le problème d'une manière assez large, et faire appel à des spécialités distinctes de l'acoustique physique : l'acoustique des sources et l'acoustique des salles. Il faut, en outre, recourir à des méthodes de psychologie expérimentale.

On pressent donc naturellement, au départ de ces ~~projet de~~ recherches, deux approches possibles : l'une utilise des techniques relevant de l'étude des sources. Elle présente

l'avantage de permettre une connaissance et un contrôle des causes qui sont à l'origine des phénomènes acoustiques, mais elle tend à prendre, dans l'étude fine de tel ou tel instrument, un caractère trop spécifique, et donc à perdre en généralité.

L'autre approche fait appel à des techniques d'acoustique des salles. Son avantage est d'être globale parce qu'elle considère a priori tous les types de sources d'une manière semblable. Son caractère général est inévitablement réducteur par certains aspects. Les solutions pratiques résulteront de la convergence de ces deux approches.