

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR L'ÉCRITURE DE LA DIRECTIVITÉ ET DU RAYONNEMENT INSTRUMENTAL

Luis RIZO-SALOM

Eric DAUBRESSE

Markus NOISTERNIG

Compositeur
lurizo@yahoo.com

Ircam - Centre Pompidou
eric.daubresse@ircam.fr

Ircam - Centre Pompidou
markus.noisternig@ircam.fr

Ircam Composer in Research Report 2011

1. Introduction

Le département MRC de l'Ircam m'a confié une étude autour de l'écriture de la directivité et du rayonnement instrumental. Suite aux différentes réunions avec l'équipe scientifique, des propositions telles que « synthèse additive spatiale », ou le potentiel de « jouer » la directivité d'un instrument en partant du son d'un autre, ont été énoncés. Je me suis donc lancé dans la composition d'un projet ambitieux pour 4 percussionnistes et électronique, où le rayonnement instrumentale et la spatialisation (instrumentale et électronique), sont fédérateurs du projet. Je me suis inspiré du concept *d'architecture portable*¹, imaginant des espaces intérieurs modulables et flexibles en interaction avec le public, où les musiciens sont appelés à changer de place pendant le déroulement de l'oeuvre, renouvelant ainsi la configuration spatiale à chaque section.

Concernant la diffusion sonore de l'électronique, nous sommes partis sur l'idée de créer chez l'auditeur, l'illusion d'être « touché » par le son à travers des vagues sonores. Les sons en mouvement qui s'approchent du public naissent des instruments sur scène, puis ces sons transformés ou non sont versés vers la salle, créant ainsi une interaction intéressante.

Pendant ce temps de recherche, j'ai composé les premiers esquisses durant 6 minutes environ, correspondant au noyau d'une oeuvre majeur que je souhaite intituler « Rhizomes », durant 30 minutes.

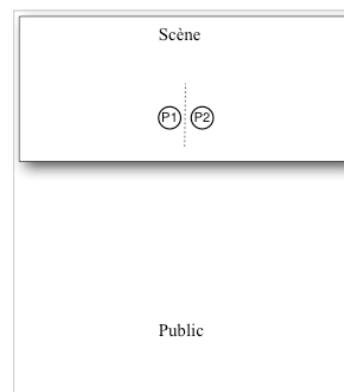
2. Contexte

Soucieux de l'importance pour l'auditeur d'être capable de reconnaître la localisation de la source sonore afin de pouvoir ensuite interagir avec l'espace, j'ai conçu un projet en 6 sections, mettant en valeur différentes situations musicales, matérialisant ainsi un combat entre les groupes formés. Chaque groupe serait conçu comme s'il s'agissait d'un personnage qui expose et défend son idéologie et son identité en s'opposant aux autres par sa nature conflictuelle. La scène devient donc un terrain propice pour accueillir un tel conflit.

Les schémas suivants tentent d'expliquer la démarche formelle et spatiale de l'oeuvre, créant dans chacune des sections comme des modules à géométrie variable, ayant chacun une fonction spatiale spécifique. Chaque position (ou module) fonctionne de manière indépendante, renouvelant ainsi à chaque déplacement notre perception de l'espace :

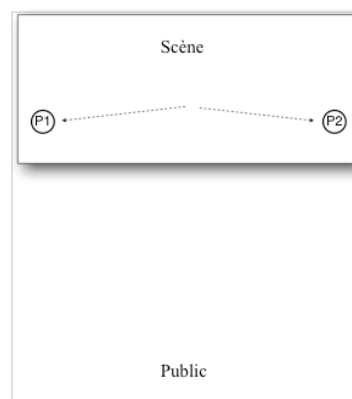
Position 1 : Miroir / Fusion

Les 2 percussionnistes se retrouvent face à face, dans une fusion indissociable des couleurs et des rythmes où l'individu n'est pas considéré en tant que tel.



Position 2 : Rupture / Eloignement

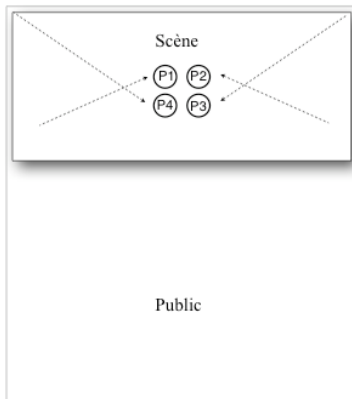
Les deux instrumentistes s'éloignent vers les extrêmes gauche et droite de la scène. Deux forces égales confrontent leurs individualités en défendant chacune leur propre « idéal sonore ».



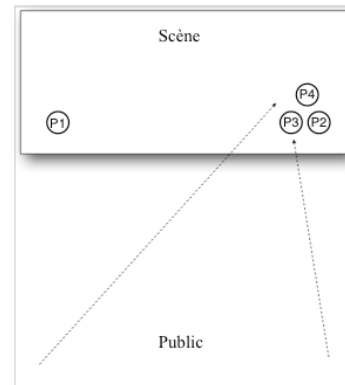
¹ SIEGAL Jennifer, *The art of portable architecture*, NY : Princeton Architectural Press, 2002.

Position 3 : Replie / Renforts

Le groupe s'élargit par l'arrivée de 2 nouveaux percussionnistes qui se placent au centre. Les 2 premiers percussionnistes se replient vers le centre pour renforcer le groupe



Un déséquilibre de forces conditionne donc la perception de l'énergie sonore déployée.

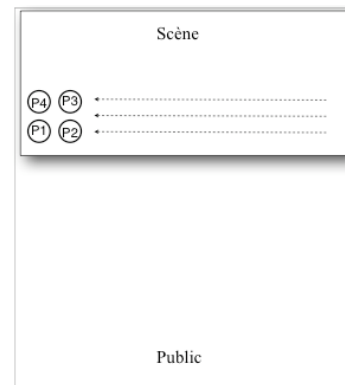
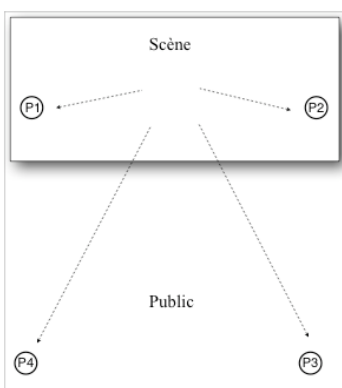


Position 6 : Miroir 2 / Intérieur

Le groupe se retrouve à nouveau ensemble.

Position 4 : Eclatement

Le groupe se dissocie et chacun des interprètes se place dans un coin de la salle. Le public se retrouve encerclé par le son qui voyage entre les différents îlots sonores.



Instrumentalement parlant, cette configuration mobile offre la possibilité au public de « se balader » dans l'espace sans bouger :

- Le placement des musiciens dans les positions 1, 2, 3, 5 et 6 ont une fonction spatiale de « frontalité » et de « latéralité » du son, tandis que la position 4 permettrait, par exemple, une immersion autour du son, elle favoriserait également les trajectoires sonores de type circulaire, arrière/avant, ou diagonale.

Position 5 : Re-unification / Isolement

Les percussionnistes « P3 » et « P4 » reviennent se joindre au discours musicale de « P1 » (à droite sur scène), tandis que « P2 » reste quant à lui isolé à gauche.

3. Recherche

Concernant la diffusion sonore de l'électronique, nous sommes partis sur l'idée de créer chez l'auditeur, l'illusion d'être « touché » par le son à travers des vagues sonores. Ces sons en mouvement qui s'approchent et qui s'éloignent du public, naissent des instruments placés sur scène et sont ensuite versés vers la salle à travers un système de diffusion audio. Le défi

technique de ce projet, serait de concevoir un système de diffusion sonore capable de remplir cette tâche, même si celui-ci se situe à plusieurs mètres de distance du public.

Mis à part les premières esquisses pour percussion que j'ai composé (voir annexe), nous avons travaillé, en collaboration avec Markus NOISTERNIG et Thibaut CARPENTIER, sur les différentes problématiques techniques et technologiques liées à la réalisation de ce projet. L'électronique joue ici donc un rôle essentiel du point de vue spatial, pour lequel nous l'avons abordé principalement sur trois axes :

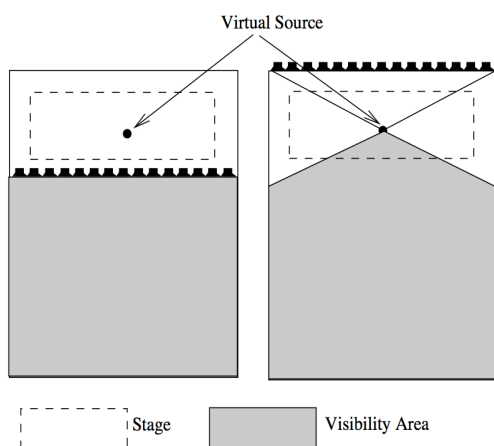
- En tant que soutien perceptif contribuant à clarifier davantage la localisation des différentes sources sonores dans l'espace. Ces sources correspondent donc aux instruments de percussion placés sur les 6 positions expliquées auparavant.
- En tant qu'élément permettant de matérialiser les déplacements des 4 musiciens sur les différents coins de la salle (suivi du mouvement).
- En tant que matière mobile capable de s'éloigner de la source sonore créant ainsi un contrepoint avec les instrumentistes grâce au système de diffusion audio.

Pour tenter de réaliser le concept décrit auparavant, nous avons étudié les différents systèmes de diffusion existantes accessibles à l'IRCAM et nous avons rencontré quelques limitations d'ordre :

- a. perceptif
- b. acoustique / physique

3.1. WFS

La *WFS* nous permet de synthétiser et de focaliser des sources devant la ligne des HP mais dans une zone d'écoute limitée.



En dehors de la zone d'écoute idéale (*visibility area*) on retrouve de l'interférence, due au retard entre les rayonnements acoustiques de la salle les uns par rapport aux autres, générant ainsi un déphasage clairement perceptible. En d'autres mots, si l'on émet un son quelconque et l'auditeur se retrouve entre la *WFS* (source) et la « *virtual source* », soit il

n'entends absolument rien, soit il entend le son complètement déformé. C'est pour cette raison que les « vagues sonores » souhaitées dans ce projet, ne sont pas réalisables en utilisant la *WFS*. En revanche, une solution techniquement viable, pourrait être d'installer plusieurs rangées de HP sur le plafond, toujours dans l'idée de créer ce rapprochement des sources chez l'auditeur. Cette approche garantit une zone d'écoute idéale permettant de focaliser une source virtuelle sur quelques rangées du public, puis déplacer la source virtuelle vers d'autres rangées.

Considérons également le *temps*, jouant un rôle fondamental en acoustique et en musique. La relation étroite entre l'espace et le temps se rend évidente à travers le son qui se propage dans l'espace au cours du temps (onde). La synthèse d'une source focalisée, conçue devant l'antenne des HP dans la *WFS* (*virtual source*), introduit un retard sonore non-constant relatif à la distance entre cette *source virtuelle* et le haut-parleur le plus éloigné. Ceci concerne le temps de propagation de l'ondelette sonore. Le déplacement d'une source sonore dans l'espace, correspond par conséquent à des changements rythmiques. La composition par l'emploi systématique de microdivisions du temps sera limitée par ces relations *temps / espace*.

3.2. TIME REVERSAL MIRROR

Nous avons parlé d'un *système d'inversion temps / espace* (*Time Reversal Mirror*) dans le but de recréer des sources à l'intérieur d'une zone définie au préalable. La restitution d'un champ acoustique proche constitue un problème inverse des champs de pression qui n'existe pas physiquement : l'inverse dans l'espace temps-nombre d'onde. L'inversion de la propagation des ondes émanant d'une source sonore, qui lui est réel, nécessite donc des précautions car une partie des composantes du champ qui est atténuée par la propagation directe doit être réamplifiée.

L'inconvénient de ce système réside dans des sonorités parasites et c'est, de plus, un système trop complexe du point de vue du calcul informatique à cause de méthodes de filtrage inverse appliquées.

3.3. TIMÉE

La *Timée d'ordre supérieur* (boule de 36 transducteurs), certes très intéressante sur le plan du rayonnement et de la directivité mais qui ne s'adapte pas vraiment à la nature du projet déjà trop complexe du point de vue spatial.

3.4. H.O.A.

L'*HOA* (High order Ambisonics), permet l'immersion en 3D mais serait limitée par la distance entre la source et le public.

4. **Projet en perspective**

Nous avons abordé la question de « sons parasites », présents à l'extérieur des zones d'écoute idéale des systèmes tels que *WFS*, *HOA* ou *Time Reversal Mirror*. Je trouve que du point de vue compositionnel, ces « défauts » mériteraient d'être étudiés et, éventuellement, de les exploiter musicalement. Malheureusement le temps de recherche a été très court et, en raison d'un emploi du temps très chargé des différents intervenants, nous n'avons pas eu l'occasion de tester de manière approfondie les différentes propositions. Il serait judicieux de passer le projet en production afin de donner l'élan nécessaire pour que ce projet prenne vie.

Actuellement, nous ne disposons pas d'un dispositif capable de créer cette illusion de jouer avec le rapprochement et l'éloignement des sons chez l'auditeur. Cependant la question mériterait d'être approfondie ultérieurement dans le cadre d'une production. Malgré l'intérêt technologique du projet et afin d'assurer la pérennité de l'oeuvre, il conviendrait de prévoir également la réalisation d'une version simplifiée qui s'adapterait aux systèmes de diffusion conventionnels.

La partition présentée en annexe, représente une première ébauche instrumentale adaptée aux deux premières positions expliquées auparavant : *Miroir/Fusion*, *Rupture/Eloignement* (voir 2. Contexte). Les positions 3, 4, 5 et 6 restent encore à écrire. Une réflexion que je tiens à souligner dans ce projet, est celle de la décontextualisation du cadre "concert classique", où l'auditeur est assis dans la salle de concerts et les interprètes jouent sur scène dans des positions fixes. J'imagine plutôt un spectacle où l'action de l'oeuvre se déroule dans plusieurs zones stratégiques où des jeux d'ombre et de lumière s'ajoutent aux mouvements des sons.

5. **Remerciements**

- Eric Daubresse (RIM)
- Thibaut CARPENTIER (Développeur CNRS-Ircam)

6. **Références**

- BERKHOUT A. J., de VRIES D., and VOGEL P., *Acoustic control by wave field synthesis*. J. Audio Eng. Soc. 93(5), 2764-2778 (1993).
- Boone M. M., Verheijen E. N. G., and P. F. van Tol, *Spatial sound-field reproduction by wave field synthesis*. J. Audio Eng. Soc. 43(12), 1003-1012 (1995)
- Corteel E., *Synthesis of directional sources using wave field synthesis, possibilities, and limitations*. EURASIP J. Applied Sig. Proc. 2007(11), 188-206 (2007)

- Misdaris/Warusfel/Caussé/Nicolas. *Le Contrôle de la Directivité par un système Multi Haut-Parleurs*. <http://articles.ircam.fr/textes/Misdariis02b/index.pdf>
- SIEGAL Jennifer., *The art of portable architecture*, NY : Princeton Architectural Press, 2002.
- SLAVID Ruth, *Architecture des limites*, Paris : Editions du Seuil, 2009
- Zotter F., Noisternig M., *Near and far field Beamforming using Spherical Loudspeaker Arrays*, Proc. 3rd Congress of the Alps Adria Acoustics Association, 2007
- Zotter F., Schmeder A., Noisternig M., *Crosstalk Cancellation for Spherical Loudspeaker Arrays*, Proc. DAGA, 2008
- Zotter F., Pomberger H., Noisternig M., *Energy-preserving Ambisonic Decoding*, (accepted for publication), Acta Acustica United with Acustica, 2011

7. **Annexes**

- Rizo-Salom Luis, **3 Rhizomes**, pour 4 percussionnistes. Partition: esquisses