Vertiges de l'espace : analyse d'une performance électroacoustique improvisée

Pierre Couprie, António De Sousa Dias

▶ **To cite this version:**

Pierre Couprie, António De Sousa Dias. Vertiges de l'espace : analyse d'une performance électroacoustique improvisée. Mondher Ayari. Penser l'improvisation, L'Harmattan, 2015, Penser l'improvisation. hal-01264218

HAL Id: hal-01264218
https://hal.science/hal-01264218

Submitted on 2 Jan 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Pierre Couprie, António de Sousa Dias

VERTIGE DE L'ESPACE : ANALYSE D'UNE PERFORMANCE ELECTROACOUSTIQUE IMPROVISEE

1. Introduction

La musique électroacoustique est un art sonore que l'on fait remonter à l'invention de la musique concrète par Pierre Schaeffer en 1948 ou à l'invention des premiers instruments de musique électriques à la fin du XIXe siècle (Battier & Landy, 2004). Dès les débuts de la musique concrète, les compositeurs ont élaboré ou emprunté des techniques de jeu proches de l'improvisation et permettant l'enregistrement de matériau sonore. Dans les années 60 et 70, de nombreux groupes d'improvisation formés par de jeunes compositeurs de musiques expérimentales sont apparus, mais l'improvisation est devenue un genre à part entier de la musique électroacoustique dans le courant des années 90.

Vertiges de l'espace est une performance de musique improvisée libre réalisée lors de plusieurs concerts par le collectif Les Phonogénistes[1] et le compositeur António de Sousa Dias. Cet article analysera une de ces performances[2] afin de mettre en évidence le lien entre la production musicale des improvisateurs (Laurence Bouckaert, Pierre Couprie et Francis Lavor) et la mise en espace improvisée par António de Sousa Dias. L'analyse de la musique électroacoustique pose de nombreuses questions de méthodes abordées dans diverses publications, nous ne nous attacherons donc pas à les discuter, mais nous proposerons notre analyse de cette performance. Une première partie nous permettra d'analyser les stratégies musicales de chacun des musiciens. La deuxième partie interrogera le rôle de la mise en espace et de son improvisation.

2. Analyse de la performance des trois musiciens

2.1. Le dispositif et sa captation

Le dispositif électroacoustique des musiciens improvisateurs est souvent complexe à appréhender de par son aspect protéiforme. Lors du choix technologique, les musiciens suivent généralement deux attitudes opposées. D'un côté, la pratique du *hacking* permet à certains d'entre-eux de développer eux-mêmes leurs propres interfaces. Celles-ci peuvent être constituées d'éléments *low-fi* bricolés pendant la performance ou de dispositifs plus élaborés. L'objectif étant de créer un dispositif sur mesure pour les besoins du musicien et/ou de la performance. D'un autre côté, la disponibilité de plus en plus importante de logiciels et d'interfaces de grande qualité dédiés au *live* tend à uniformiser progressivement un instrument composé d'un ordinateur portable, d'une carte son et d'un contrôleur MIDI. Dans ces conditions, il est souvent difficile pour le musicologue de comprendre les choix technologiques réalisés par le musicien sachant qu'ils influencent fortement son jeu. La captation d'un tel dispositif dépasse les possibilités des logiciels actuels. Ces dispositifs créés par les musiciens mettent en jeu des objets communicants à l'aide de formats et de protocoles divers. La captation la plus simple consiste à enregistrer la performance dans un fichier audio stéréophonique. Malheureusement, le musicologue est généralement très démuni face à un enregistrement qui ne témoigne en rien de la performance elle-même. Le jeu du musicien et les interactions entre les différents membres du groupe ne sont pas captés dans une telle prise de son. Dans notre cas, nous avons cherché à dépasser cette limite en enregistrant chacun des musiciens dans des fichiers audio séparés.

---

[1] Plus de renseignements peuvent être trouvés sur le site du collectif : http://www.phonogenistes.fr.

[2] Réalisée le 25 janvier 2010 au *New Morning* (Paris)

Une difficulté supplémentaire est apparue : le fait que nous soyons impliqués dans la performance risquait d'empêcher la distance nécessaire entre l'objet d'étude et le chercheur. D'une part, nous avons choisi de réaliser cette étude plusieurs mois après la performance, ce qui nous a permis de prendre un certain recul et, d'autre part, notre connaissance du système de l'intérieur nous a aidés à comprendre d'une manière approfondie les stratégies musicales développées par les quatre musiciens.

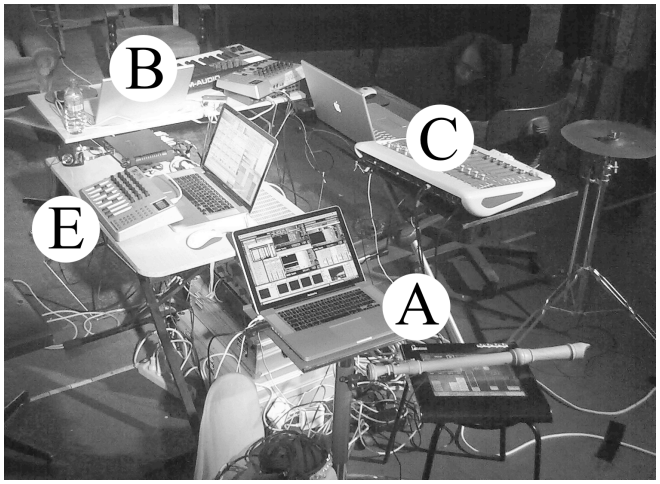

Figure 1 : le dispositif d'improvisation.

La figure 1 représente le dispositif de *Vertiges de l'espace* :

- Pierre Couprie (indiqué par la lettre A) : une flûte ténor équipée d'un microphone, un ordinateur, une carte son et un contrôleur MIDI ;
- Laurence Bouckaert (indiqué par la lettre B) : un ordinateur, une carte son, un clavier et un contrôleur MIDI ;
- Francis Larvor (indiqué par la lettre C) : une cymbale équipée d'un microphone[3], un ordinateur et une console de mixage ;
- António de Sousa Dias (indiqué par la lettre E) : un ordinateur, une interface audio et un contrôleur MIDI ;

Les musiciens A, B et C produisent la musique et le musicien E la met en espace sur huit haut-parleurs disposés en cercle autour du public. Ce dernier entoure les musiciens qui sont au centre du dispositif. Celui-ci est donc constitué de trois cercles concentriques : les musiciens au centre, le public autour des musiciens et les huit haut-parleurs constituant le dernier cercle.

2.2. Les stratégies musicales

Afin d'analyser le jeu de chaque musicien, nous avons décidé d'utiliser les fonctions développées par Stéphane Roy (Roy, 2003). A partir de la grille fonctionnelle contenant 45 fonctions réparties en trois catégories, nous avons sélectionné les huit fonctions (figure 2) qui permettent de décrire le flux musical généré par chacun des musiciens lors de cette performance.

[3] Celle-ci n'est pas présente dans la performance qui sera analysée dans cet article.

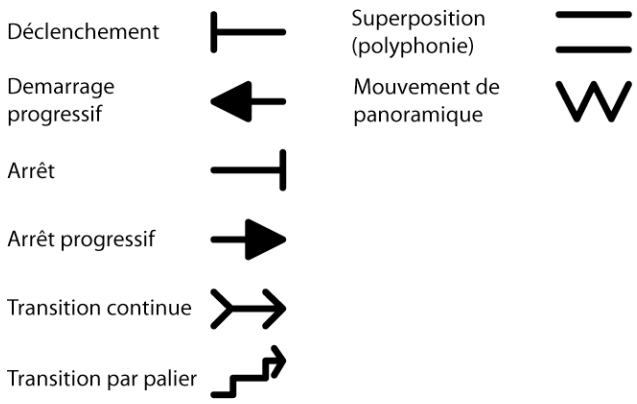

Figure 2 : les huit fonctions de Stéphane Roy utilisées dans l'analyse.

La figure 3 représente la segmentation en fonctions de l'enregistrement de chaque musicien. En observant cette figure, nous pouvons en déduire les stratégies de chacun d'entre eux :

- le jeu du musicien A est basé sur 2 éléments : d'une part, les transitions progressives représentées par les fonctions de transition, de démarrage et d'arrêt progressifs et d'autre part, les mouvements de panoramique ;
- le musicien B base l'essentiel de son jeu sur des textures sonores peu ou pas évolutives, le passage d'une texture à l'autre se fait souvent sans transition. Le jeu de ce musicien est beaucoup plus lisible que celui des deux autres ;
- le jeu du musicien C s'organise autour de textures sonores généralement longues (pouvant aller jusqu'à 9 minutes) démarrant et s'arrêtant progressivement. Ce jeu principal est complété de textures sonores évoluant progressivement et de mouvements de panoramiques[4].

[4] Comme pour le musicien A, cet élément est assez difficile à prendre en compte dans l'analyse. En effet, selon la mise en espace et la position du public, il peut se traduire par un effet de modulation d'amplitude ou être noyé dans la texture musicale globale.

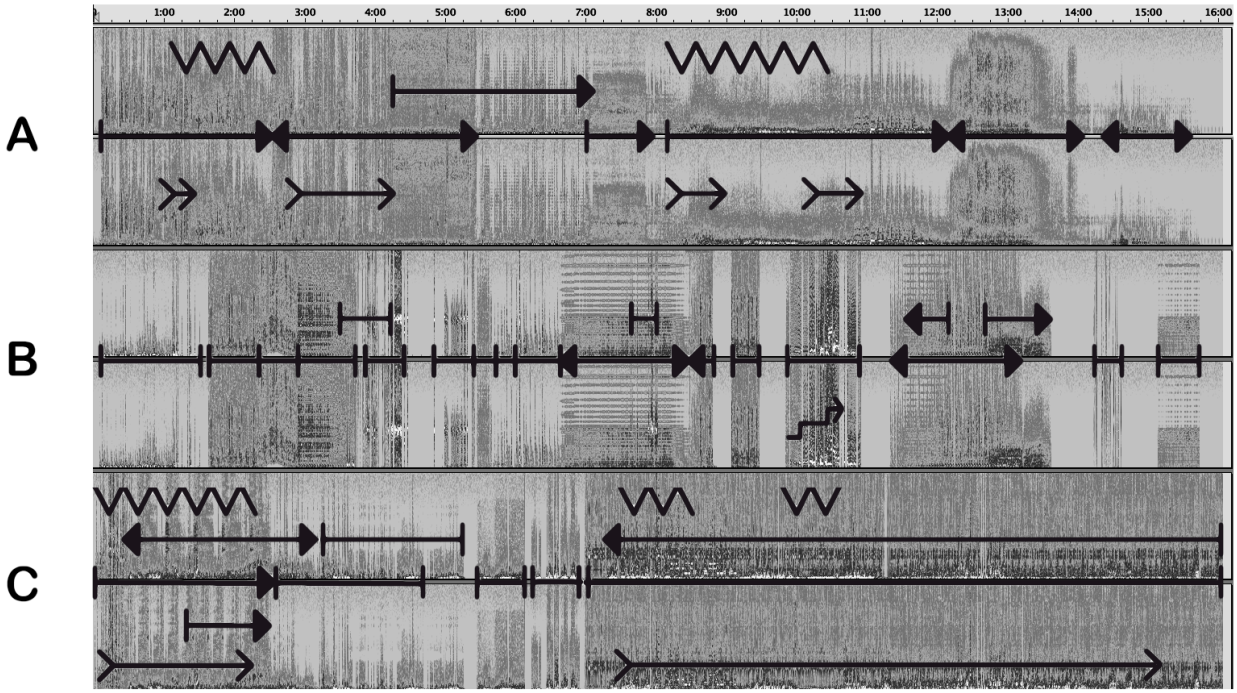

figure 3 : les fonctions et les sonagrammes des six pistes d'enregistrement (deux pistes par musicien).

Cette première analyse permet de constater la diversité du jeu des trois musiciens. Chacun d'entres eux a élaboré une stratégie musicale différente qui semble liée à son dispositif électroacoustique :

- le son transformé de la flûte (musicien A) permet de réaliser assez facilement des textures sonores évolutives ;
- le clavier MIDI (musicien B) favorise un jeu de déclenchement et d'arrêt, de passage d'une texture à l'autre sans transition avec peu d'évolution ;
- la console de mixage (musicien C) permet de créer des textures longues en mixant plusieurs sons ;

Après avoir analysé les stratégies musicales de chacun des musiciens, nous allons maintenant nous concentrer sur leurs interactions et, en particulier, sur les points de synchronisation.

2.3. Les interférences : gérer les synchronisations

La synchronisation est probablement un des éléments musicaux les plus difficiles à maîtriser pour les musiciens d'improvisation libre. Elle nécessite que chaque musicien ait une bonne connaissance des stratégies musicales des autres. Ces moments de synchronisation sont créés à partir de saillances plus ou moins prononcées et générées habituellement par un seul des musiciens. Des moments de saillances collectives sont très rares et s'apparentent souvent à un moment de chaos — chaque musicien créant un élément musical en opposition avec ce qu'il joue, ce qui a de fortes chances de générer un affrontement collectif. Le scénario le plus classique consiste donc à modifier la texture globale à travers le jeu d'un seul musicien. Les effets de masque[5], caractéristiques des textures électroacoustiques, favorisent ce type de synchronisation. Si le son le plus fort est brutalement modifié, il en résulte un effet de rupture qui, lors de l'audition, semble coordonné entre les 2 sons, et pourtant cette rupture n'est localisée que sur un seul des deux sons. Cette technique de rupture est très efficace et, lors de l'analyse de *Vertiges de l'espace*, nous

[5] Un effet de masque apparaît lorsque deux sons sont joués ensemble et que l'un des deux a une intensité plus forte que l'autre, le plus fort va masquer une partie du son le plus faible. Ce masquage est généralement localisé dans une zone particulière du spectre, ce qui permet tout de même au son le plus faible d'être audible en dehors de cette zone.

avons remarqué qu'elle était très souvent employée. L'effet de synchronisation perçu ici est créé sans synchronisation de la part des musiciens et résulte d'un effet d'interférence.

Dans le domaine de l'intelligence collective, la notion de gestion d'interférence (Rogalski, 2005) peut être transférée en improvisation afin de comprendre assez précisément comment les stratégies musicales de chacun des intervenants interfèrent les unes sur les autres pour créer ces moments de synchronisation. Pour le musicien, l'interférence peut être réalisée d'une manière positive — en appuyant et en complétant le jeu des autres musiciens — ou négative — en cherchant à interrompre le jeu collectif. Ces deux tendances simples cachent une réalité beaucoup plus complexe. L'interférence s'apparente ici au marqueur formel décrit par Clément Canonne (Canonne, 2010) : qu'elle soit positive ou négative, elle joue un rôle essentiel dans la construction formelle de l'improvisation. Les musiciens recevant cette interférence vont s'en emparer ou non afin de faire évoluer le discours musical ou, au contraire, le confirmer.

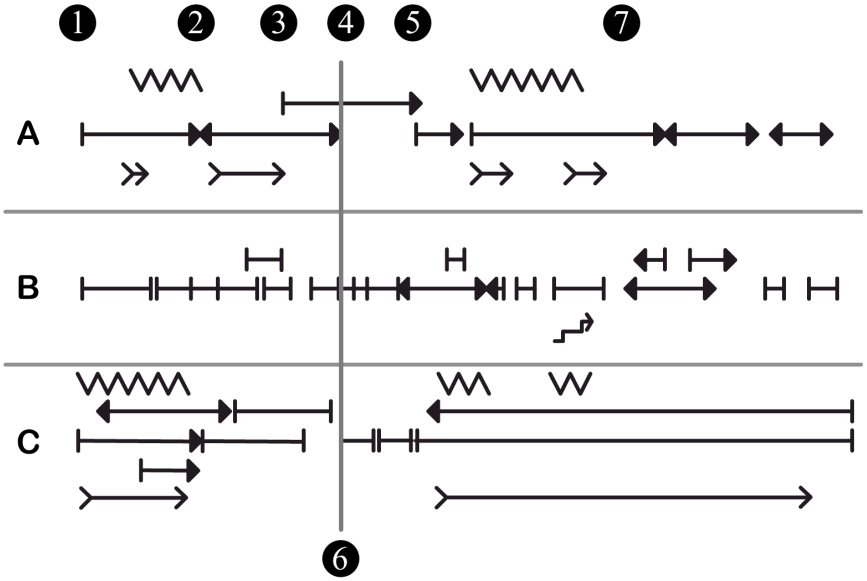

Figure 4 : repérage des différentes synchronisations entre les trois musiciens.

La figure 4 reprend notre analyse fonctionnelle et permet de visualiser les différents types de synchronisations :

- le démarrage (chiffre 1) après la phase de « provention » (Savouret, 2010) : nous remarquons que les stratégies des musiciens sont très proches, elles consistent simplement à déclencher un processus. C'est le seul moment de synchronisation collective entre les trois musiciens ;
- les transitions par paliers (chiffres 2 à 5) permettent aux musiciens de progressivement modifier la texture en créant des microruptures (interférences négatives) à l'aide de saillances. Dans le cas de cette improvisation, les musiciens s'emparent de ces saillances afin de relancer le discours musical et éviter un état statique du matériau ;
- la rupture occasionnée par une modification brutale de la texture sonore de deux des musiciens (B et C) : cette interférence négative permet à l'improvisation de basculer d'une première à une seconde partie à la fin du premier tiers (chiffre 6). Notons que, si cette saillance est abrupte, la rupture en résultant s'étend en réalité sur environ une minute, le musicien A jouant alors le rôle de lien entre les deux parties ;
- la représentation partagée (chiffre 7) permet aux musiciens A et C de s'accorder (interférence positive) sur un devenir de la texture globale afin de consolider une seconde partie fonctionnant sur des transitions progressives et non des ruptures comme c'était le cas dans la première partie.

On remarque que le musicien B confirme ce phénomène, mais d'une façon moins marquée, à l'aide de démarrages et d'arrêts progressifs.

L'analyse des différents types de synchronisation permet de comprendre comment les musiciens organisent les moments d'évolution des textures et la construction de la forme.

3. Analyse de la mise en espace

3.1. La mise en espace : un survol

L'histoire de la mise en espace de la musique électroacoustique propose de nombreuses pistes de recherches (Vande Gorne 2002, Tiffon 2003, Merlier 2006, Normandeau 2012). Différents termes caractérisent cette activité — diffusion, spatialisation, interprétation ou projection — et l'on peut dégager deux approches principales : une approche axée sur la projection sonore des enregistrements souvent stéréophoniques sur de multiples haut-parleurs — une projection éclatée — et une approche concernant la plupart du temps des œuvres multicanal dans lesquelles la distribution spatiale est déjà fixée. En ce qui concerne la mise en œuvre du dispositif de spatialisation, on trouve des dispositions frontales, des dispositions où le public est entouré par les sources sonores (musiciens ou haut-parleurs) ou des dispositifs éclatés. Ce dernier dispositif est souvent utilisé dans les cas des installations ou des performances dans un espace public.

Le système de distribution spatiale est souvent nommé acousmonium, terme proposé par François Bayle en 1974, il en existe plusieurs, parmi lesquels on peu citer le GMEBaphone du GMEB (Bourges), celui du GRM (Paris), le BEAST (Birmingham, depuis 1982), M&R (Bruxelles, depuis 1983) ou MOTUS depuis 1996. Même si ces dispositifs permettent de travailler avec des musiques mixtes, d'autres sont plus adaptés tels que le *Méta-duo* de Daniel Kientzy et Reina Portondo (depuis les années 90) composé d'un dispositif portable (moins de 50 kilos) comprenant huit haut-parleurs dans lequel un interprète accomplit sur scène leur concept de spatialisation en ennéaphonie (1+8 sources).

La plupart de ces systèmes reposent sur une approche manuelle dans laquelle l'interprète diffuse en jouant directement sur la distribution spatiale. Cependant, des systèmes exploitant la mise en œuvre des trajectoires automatisées ont vu le jour, notamment à partir du travail de John Chowning (Chowning, 1971). Différentes approches existent ici également à travers des systèmes capables de mémoriser des gestes ou de générer des trajectoires à l'aide d'algorithmes : le logiciel Holophon (Pottier, 1998) ou les plugins à intégrer dans des systèmes plus larges comme les AcousModules (Duchenne, 2005).

Toutefois, la plupart des systèmes de diffusion spatiale sont conçus pour des œuvres écrites. Peu de systèmes ont été conçus pour l'improvisation libre, c'est-à-dire dans le cas où la mise en espace est réalisée en même temps que la musique. Le système *Resound* (Mooney et al, 2008) est un exemple de cette approche. Ce système intègre des fonctions permettant de spécifier et de contrôler les routages soit directement (une entrée-une sortie), soit par groupes, soit semi automatiquement de façon à résoudre les difficultés inhérentes à l'usage de sources multicanal.

3.2. L'instrument *Vertiges de l'espace*

Pour le projet *Vertiges de l'espace* nous avons décidé de créer un instrument (Sousa Dias, 2010) en proposant des solutions issues du travail musical du collectif Les Phonogénistes.

Ainsi, le système central de diffusion conçu pour *Vertiges de l'espace* est une application souple et reprogrammable, adaptable à différentes situations et réalisée avec le langage Max/MSP. Nous l'avons

envisagé de manière à rester proche du concert. La complémentarité solo-tutti est ici remplacée par le couple figure-fond : les sources audio devaient pouvoir être mixées sur l'ensemble des haut-parleurs ou, au contraire, localisées sur les haut-parleurs les plus proches de chaque musicien. Peut-être employons-nous les termes de manière trop libre, il serait mieux de remplacer le terme solo par celui de figure. Cependant nous avons remarqué des figures très saillantes parfois sans emplacement fixe (au centre ou ailleurs) ne remplissant pas une fonction de solo.

Ce dispositif concentrique dans lequel les haut-parleurs entourent le public qui lui-même entoure les musiciens est hybride, car il permet une spatialisation multicouche stéréophonique éclatée. Chaque musicien fournit une paire audio, donc six entrées, qui doit être gérée de la manière la plus simple. De plus, le dispositif doit permettre l'interface avec une surface de contrôle et permettre la reconfiguration des sources audio et du nombre de haut-parleurs (figure 5).

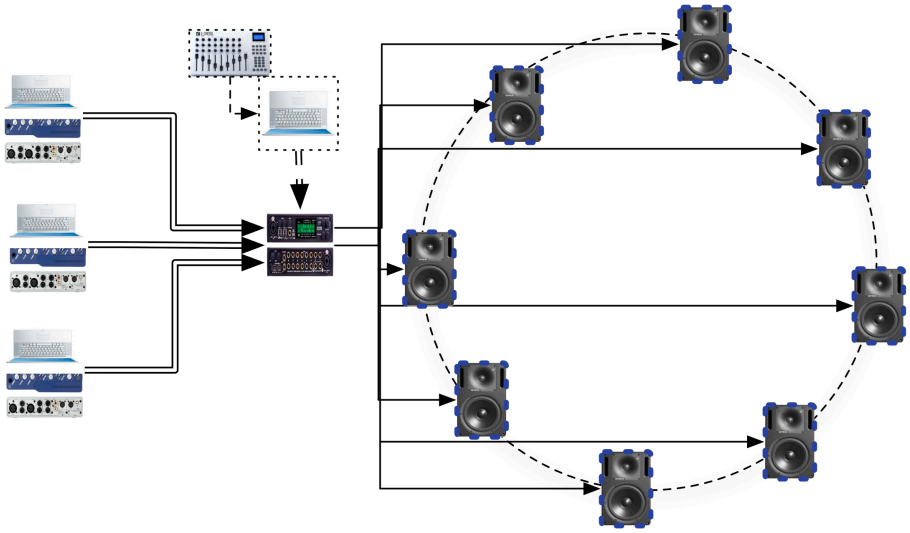

Figure 5 : schéma de routage du signal et contrôle de la distribution spatiale.

Ce dispositif permet de déclencher des gestes basés sur un certain nombre de figures, donc il relève d'une approche automatisée — algorithmique — en gardant un caractère manuel, donc semi-automatique. Il permet au metteur en espace de se concentrer ponctuellement sur un musicien ou un autre selon les besoins sans pour autant arrêter des mouvements déjà entamés. Il permet aussi de contrôler les mouvements en jouant sur deux pôles : (1) localisation et (2) trajectoire-déplacement.

Dans cet instrument, les entrées de chaque musicien sont groupées et le cercle de haut-parleurs devient le dispositif privilégié. Pour les trajectoires-déplacements, trois modes d'exécution sont possibles : un mode trajectoire circulaire spécialement envisagé pour ce projet, un mode permettant la réalisation de figures harmoniques basées sur les figures de Lissajous et un mode, encore en développement, basé sur les figures spatiales définies par Annette Vande Gorne (Vande Gorne, 2002). Ces modes, pour des raisons ergonomiques, sont gérés par un contrôleur MIDI de type Evolution UC-33 dans lequel chaque piste/musicien est assigné à huit paramètres (figure 6).

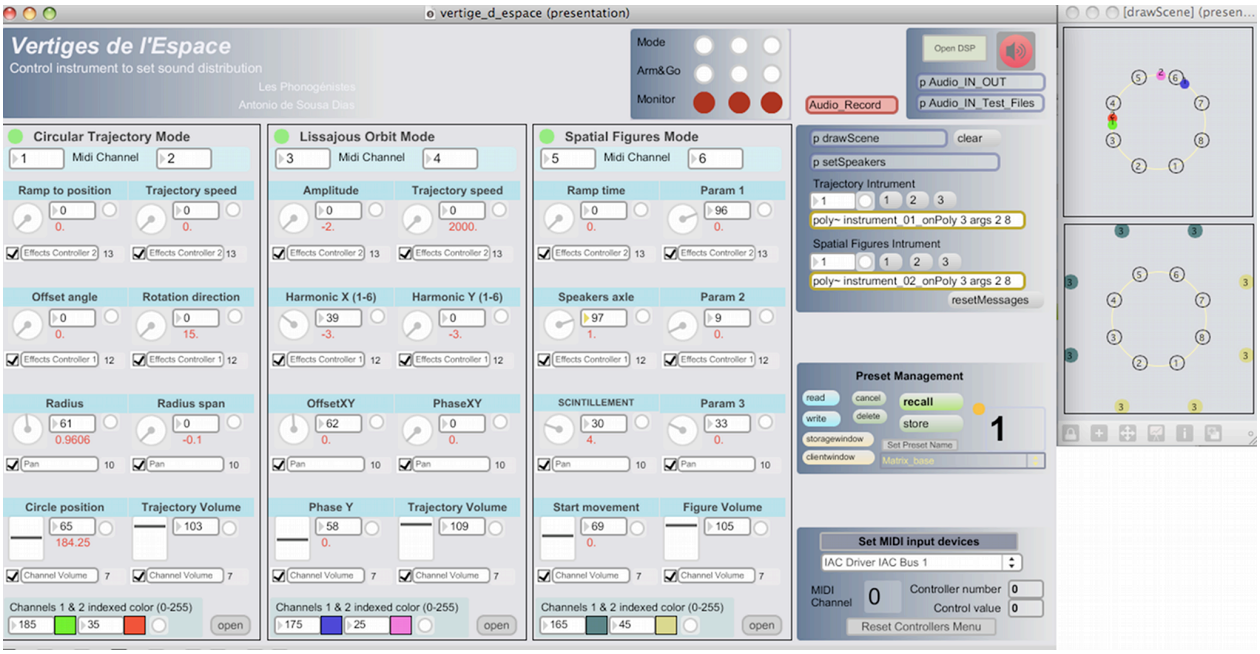

Figure 6 : présentation de l'interface visuelle : pour chaque musicien (à gauche) on peut suivre l'évolution de son emplacement (fenêtre *drawScene* à droite). On remarque la similitude de l'interface visuelle avec celle de l'Evolution UC-33.

3.3. La relation avec le mode de jeu des musiciens : les stratégies spatiales

Nous allons aborder maintenant le rapport entre les modes de jeux des musiciens et les figures spatiales. Lors des répétitions, nous avons choisi certaines figures spatiales afin de souligner certains modes de jeux des musiciens. Nous les avons généralisés à l'ensemble du groupe :

- musicien A : la réalisation, à l'aide de la flûte augmentée, de granulations conduisant à des accumulations ou d'objets presque isolés sous la forme d'impulsions ou de notes suggère des mouvements diversifiés, rapides, déployés dans tout l'espace, en correspondance avec ses granulations. Vitesse rapide de rotation et d'oscillation du radius. Figures-fleur presque en mouvement brownien ;
- musicien B : l'emploi d'un clavier conduisant à des trames ou à des ponctuations d'impulsions et de notes nous a menés vers deux types de mouvements : des rotations très lentes ou des mouvements rapides afin de souligner les ponctuations dans lesquelles chaque note se déplace rapidement ;
- musicien C : son mode de jeu tend à la construction d'objets longs stables ou évolutifs, articulant trames et accumulations avec un caractère parfois itératif. Ces mouvements plus évolutifs, par vagues, trames, suggèrent des rotations lentes, envoûtantes ou des déplacements du type oscillation/rebondissement.

Concernant la visualisation des résultats, nous avons envisagé une double approche ancrée dans l'enregistrement des données en format MIDI. Cette double approche prend deux types de données : les données qui correspondent à l'enregistrement des gestes produits par l'interprète chargé de la mise en espace et le résultat de la spatialisation sous forme d'affectation des coordonnées des positions obtenues dans deux dimensions. Cette double approche tient à la nature dynamique de l'instrument. En effet, au démarrage ou après une répétition, les gestes requis pour mettre le système dans un certain état ne sont pas toujours les mêmes. Ils dépendent de l'état actuel du système à l'aide d'un mécanisme qui permet de passer d'une manière linéaire d'un état à l'autre. L'enregistrement de nombreuses données permet

d'étudier précisément le geste qui a produit un résultat ou le résultat lui-même. Afin de visualiser ces données d'une manière temporelle, nous avons construit une application permettant de les interpréter et les représenter. La figure 7 montre le résultat à un certain moment selon trois points de vue :

1. la position instantanée des deux entrées audio : *Current point* ;
2. la position avec *feedback* permettant le suivi de trajectoire (trace partielle du mouvement) : *Feedback* ;
3. les deux vues d'ensemble : *Ensemble*.

Cette figure illustre les stratégies spatiales choisies pour chaque musicien et détaillées précédemment : une trajectoire remplissant tout l'espace (musicien A), une trajectoire circulaire (musicien B) et une trajectoire également circulaire, mais plus lente (musicien C).

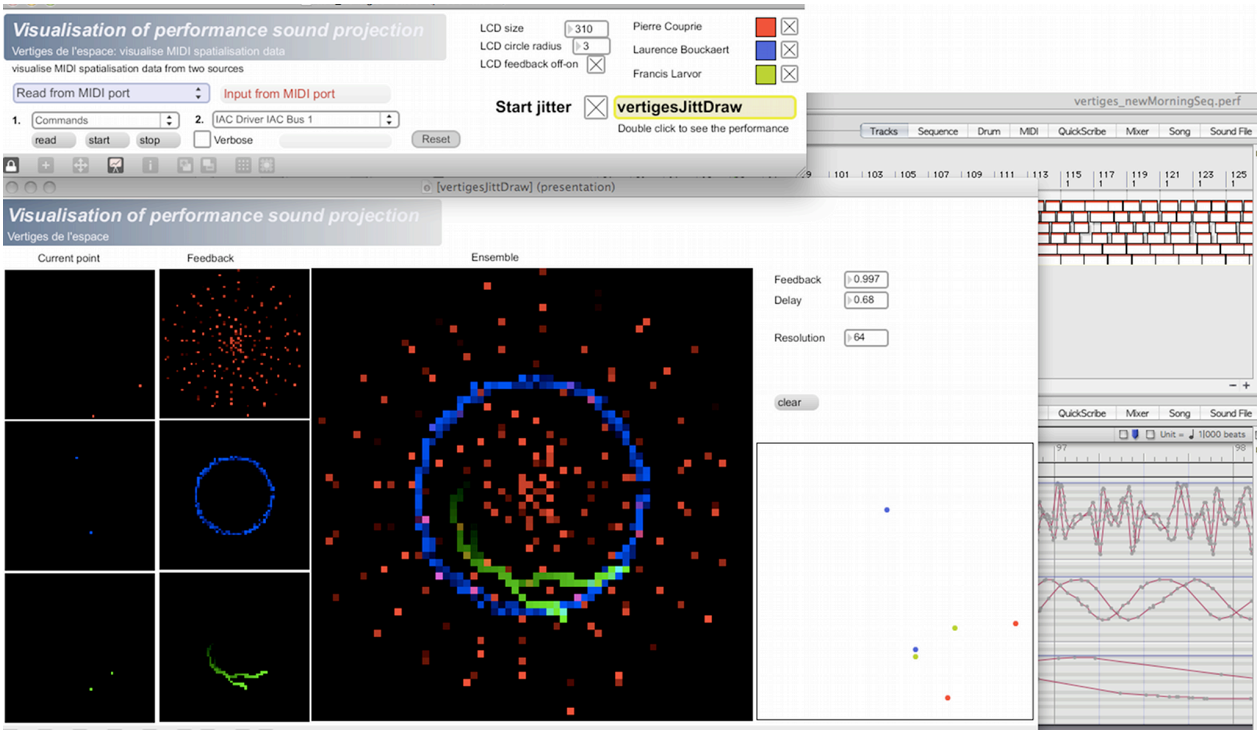

Figure 7: *patch* de lecture des données de diffusion. En arrière-plan on aperçoit la séquence MIDI qui pilote ce *patch* et les données MIDI des pistes 1, 3 et 5.

Cependant cette vision presque instantanée ne rend pas compte de l'évolution temporelle de la mise en espace. Celle-ci peut être mieux appréciée en regardant directement les pistes de la séquence. Les figures suivantes (figure 8 à 10) présentent le canal gauche de chaque musicien à trois moments différents. Dans la figure 8, nous pouvons remarquer que la performance démarre avec des mouvements remplissant tout l'espace de la salle à l'aide de petits changements. Puis, à partir de 1'15, le musicien A est placé a un endroit fixe, tandis que les autres musiciens continuent leur déplacement. La figure 9 illustre un moment, vers 4 minutes, où la spatialisation du musicien B se fait sous la forme de changements très ponctuels, sans transition et correspondant à sa stratégie musicale (figure 3 et 4).

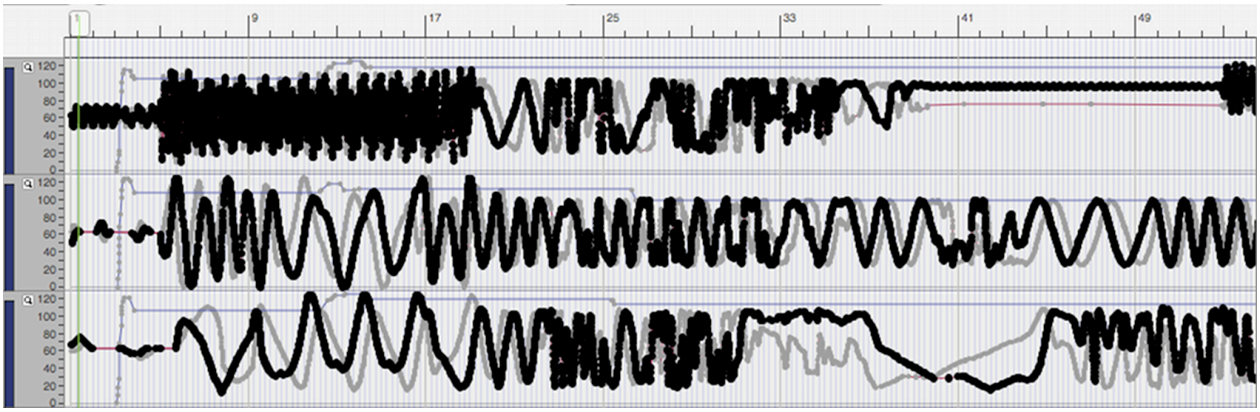

Figure 8 : coordonnés des canaux 1, 3 et 5 vers le début de la performance. Pour chaque ligne on voit la ligne de volume et les positions des coordonnées x et y.

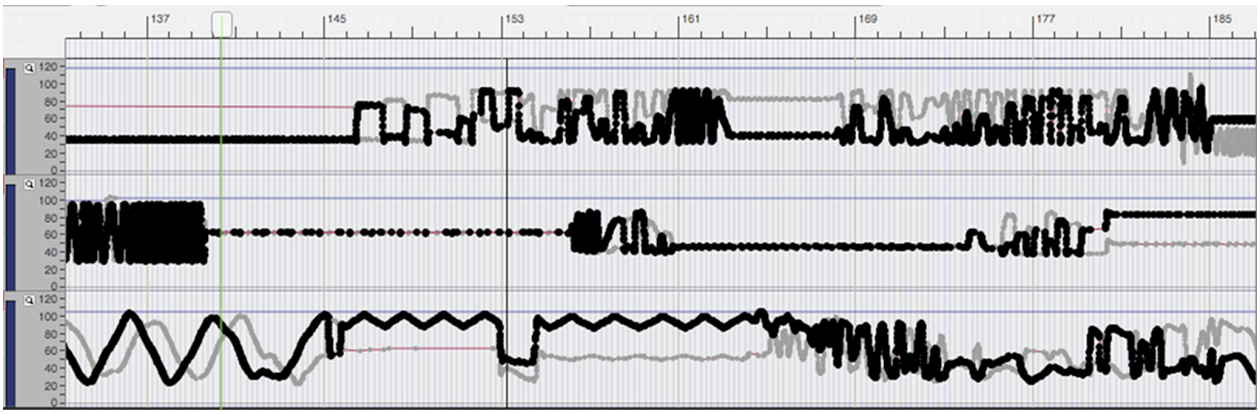

Figure 9 : coordonnés des canaux 1, 3 et 5 vers 4 minutes.

La figure 10, vers 10 minutes, montre la correspondance entre les différentes formes du jeu des musiciens. Le musicien A tend vers des mouvements rapides remplissant tout l'espace en correspondance avec le caractère granuleux remplissant tout le spectre vers 11 minutes. La trajectoire par paliers du musicien B correspond au changement sans transition de ses gestes. Le musicien C, après avoir été placé dans un jeu de changement brusque d'emplacement dans l'espace, se repositionne progressivement sur une trajectoire circulaire lente.

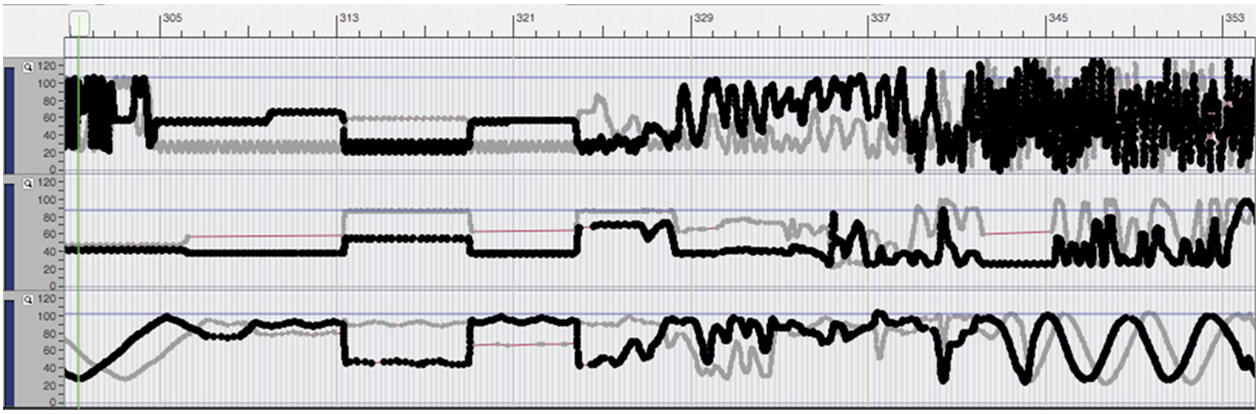

Figure 10 : coordonnés des canaux 1, 3 et 5 vers 10 minutes.

Ces exemples montrent comment la mise en espace en répondant aux modes de jeux des musiciens, tel que les différents types de synchronisation, contribue également à l'évolution des textures et à la construction de la forme.

4. Conclusion

A travers une analyse des stratégies musicales de chaque musicien et leur mise en relation avec la spatialisation, nous avons montré comment les technologies employées, les matériaux musicaux et l'espace constituent un tout dans cette performance. Chacun des musiciens a su élaborer un instrument adapté à son jeu. De même l'instrument développé pour la mise en espace a été conçu au fur et à mesure des répétitions afin s'adapter aux musiciens et au lieu du concert.

L'enregistrement en six pistes et la captation des gestes de la mise en espace et de son résultat a permis de réaliser une analyse assez précise. Toutefois, il reste encore à concevoir un véritable outil permettant la captation d'une performance en vue de son analyse. De même les représentations réalisées dans cet article sont une première ébauche d'un travail de représentation dynamique qui demande à être poursuivi.

Bibliographie

BATTIER, Marc, LANDY, Leigh (2004), « Electroacoustic musics: a century of innovation involving sound and technology - resource, discourse, analytical tools », *Organised Sound*, 9, 1, 1-2.

CANONNE, Clément (2010), *L'improvisation collective libre : de l'exigence de coordination à la recherche de points focaux. Cadre théorique, analyses, expérimentations*, thèse de doctorat, Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, inédit, disponible en ligne : http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00676796.

CHOWNING, John (1971), « The simulation of moving sound sources », *JAES* 19 (1), 2-6.

DUCHENNE Jean-Marc (2005), « Des outils pour composer l'espace », *Actes des Journées d'Informatique Musicale*, AFIM / MSH / Université Paris VIII, Paris.

MERLIER Bertrand (2006), *Vocabulaire de l'espace en musiques électroacoustiques*, Delatour.

MOONEY, James, BELL, Paul, PARKINSON, Adam (2008), « Sound Spatialisation, Free Improvisation and Ambiguity », *5th Sound and Music Computing Conference (SMC 08)*, Berlin.

NORMANDEAU, Robert (2012), « La spatialisation timbrale ou le médium, c'est l'espace », *Actes des Journées d'Informatique Musicale,* Mons (Belgique).

POTTIER, Laurent (1998), « Dynamical spatialisation of sound. HOLOPHON: a graphical and algorithmical editor for Sigma 1 », *Proc. of the International Conference on Digital Audio Effects*, Barcelona (Espagne).

ROGALSKI, Janine (2005), « Le travail collaboratif dans la réalisation de tâches collectives », LAUTREY, Jacques, RICHARD, Jean-François (éd.), *Traité des sciences cognitives L'intelligence*, Lavoisier, Paris, 147-159.

ROY, Stéphane (2003), *L'analyse des musiques électroacoustiques : modèles et propositions*, L'Harmattan, Paris.

SAVOURET, Alain (2010), *Introduction à un solfège de l'audible*, Symétrie, Lyon.

SOUSA DIAS, António (2010) « Vertiges de l'Espace : un instrument pour la performance électroacoustique improvisée », *Actes des Journées d'Informatique Musicale*, AFIM/Université Rennes 2, Rennes, 2010. Disponible en ligne : http://jim10.afim-asso.org/actes/33sousa.pdf.

TIFFON, Vincent (2002) « L'interprétation des enregistrements et l'enregistrement des interprétations : approche médiologique », *Revue DEMéter*, Université de Lille-3. Disponible en ligne : www.univ-lille3.fr/revues/demeter/interpretation/tiffon.pdf.

VANDE GORNE, Annette (2002) « L'interprétation spatiale. Essai de formalisation méthodologique », DÉMéter - Revue électronique du Centre d'Etude des Arts Contemporains de l'Université de Lille- 3. Disponible en ligne : http://www.univ-lille3.fr/revues/demeter/interpretation/vandegorne.pdf.