



HAL
open science

Analyser l'orchestre électronique interactif dans les œuvres de Manoury

Alain Bonardi

► **To cite this version:**

Alain Bonardi. Analyser l'orchestre électronique interactif dans les œuvres de Manoury. Analyser la musique mixte, Delatour, 2017, 978-2-7521-0298-0. hal-01575296

HAL Id: hal-01575296

<https://hal.science/hal-01575296>

Submitted on 18 Aug 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.

ANALYSER L'ORCHESTRE ÉLECTRONIQUE INTERACTIF DANS LES ŒUVRES DE MANOURY

Alain BONARDI

Introduction

Depuis quelques années, l'environnement informatique d'exécution et d'interprétation d'une œuvre mixte temps réel associant musiciens et ordinateurs, est devenu un objet d'étude pour la musicologie¹. Ce type d'analyse, prenant pleinement en compte les représentations informatiques (code, langages graphiques, etc.) à l'égal de la partition, ouvre des perspectives de développement autour de nouvelles méthodologies analytiques et plus largement musicologiques dans le domaine des musiques mixtes². Dans cet article, nous envisageons plus particulièrement ce type d'environnement informatique en le considérant comme un « orchestre électronique interactif », notion que nous précisons dans la première partie. Nous avons choisi de nous intéresser au compositeur Philippe Manoury, et plus spécifiquement à son œuvre pour voix et électronique temps réel, *En Echo* (1992-1993).

Le contexte de cette recherche est particulier : elle fut d'abord initiée dans le cadre du projet de recherche ANR ASTREE (2009-2011), qui visait l'extension et la validation du langage *Faust*³ (Functional Audio STreams) développé par le GRAME à Lyon. *En Echo* fut choisie comme œuvre de référence sur laquelle les hypothèses avancées (*Faust* comme *lingua franca* des œuvres temps réel) furent validées. Nous devons en particulier migrer le *patch Max*⁴ de cette œuvre vers sa description abstraite en *Faust*, puis valider la nouvelle version auprès du compositeur et la tester en concert. Dans cette situation assez singulière, la démarche de préservation s'est trouvée liée à une approche analytique de l'œuvre, dans un contexte précis, celui de la recreation, depuis le moment de la découverte du *patch* de l'œuvre, de sa compréhension théorique, pratique et acoustique, jusqu'à sa transformation en utilisant le langage *Faust*. De nombreuses questions relatives à la compréhension statique et dynamique du *patch* ont alors émergé.

¹ Marc BATTIER, "A Constructivist approach to the analysis of electronic music and audio art – between instruments and faktura", *Organised Sound* 8(3), 2003, p. 249-255.

² Vincent TIFFON, « Les Musiques mixtes : entre pérennité et obsolescence », *Musurgia*, vol. 12, n° 3, 2005, p. 23-45.

³ Yann ORLAREY, Dominique FOBER, Stéphane LETZ, "Syntactical and semantical aspects of Faust", *Soft Computing* 8(9), 2004, p. 623-632.

⁴ Tout au long de ce texte, nous désignerons cet environnement de traitement temps réel à base de langage graphique par son nom commercial actuel Max, sachant qu'il s'est appelé Max/MSP ou Max/MSP/Jitter dans de précédentes versions.

Nous avons ensuite vérifié l'authenticité de cette migration ; nous utilisons volontairement le terme « authenticité » pour deux raisons :

- d'une part, car il renvoie à une problématique bien connue en musique baroque lorsque des œuvres sont exhumées et remontées. Dans le cas des œuvres mixtes que nous examinons, l'obsolescence technologique oblige à des reformulations des implémentations en faisant appel à de nouveaux outils et environnements informatiques, qui ne pourront pas ne pas altérer les sons transformés et produits.
- d'autre part, en raison de son acception également pertinente en ingénierie des connaissances dans le fil d'une tradition issue de l'archivistique : si l'authenticité d'une archive est sa conformité à son origine (le document est bien ce qu'il prétend être), dans la préservation artistique la notion a évolué et est devenue la conformité à l'intention : le document reflète bien ce que l'artiste voulait exprimer⁵.

L'œuvre a été jugée conforme par le compositeur lui-même, lors d'une séance en studio. Elle a ensuite été répétée et jouée en concert, avec la soprano Valérie Philippin⁶. Une écoute comparative des deux versions indique que le *patch* transcrit en Faust donne un rendu plus clair, plus analytique et plus aéré.

Le point principal de ce travail de migration a été la compréhension en situation du « document » peu lisible que constitue un *patch*, et plus particulièrement de l'association entre le timbre résultant perçu dans l'espace sonore et l'ensemble des causes qui l'ont produit. Dans cette étude, il s'agit d'abord de comprendre quels modules « jouent » et comment ils sont combinés. À un instant donné, que se passe-t-il dans ce que nous nommerons « l'orchestre électronique » ? Comment en expliciter le fonctionnement ? Comment savoir ce qui joue en solo et ce qui joue en tutti ? Une fois repérées ces associations, nous nous demandons si le compositeur a eu recours à des configurations d'orchestre électronique type ?

Dans un premier temps, nous poserons les choix méthodologiques de notre étude, justifiant la notion d'orchestre électronique et le positionnement centré sur *En Echo*. Dans un second temps, nous aborderons l'analyse de l'orchestre électronique de cette œuvre, la recherche d'invariants dans ses configurations, soulignant tout particulièrement les questions de représentation, au cœur de ces problématiques. Enfin, nous préciserons la portée méthodologique et disciplinaire de ce type d'approches.

⁵ Bruno BACHIMONT, « Préservation culturelle numérique », in *Musique et Technologie – Préserver, archiver, re-produire*, Portraits polychromes, Hors-série thématique, Groupe de Recherches Musicales de l'Institut national de l'audiovisuel, 2013, p. 11-32.

⁶ *En Echo* a été donnée trois fois avec Valérie Philippin, l'auteur de l'article tenant la partie électronique temps réel : une première fois lors des Journées d'Informatique Musicale à Saint-Etienne le 25 mai 2011 ; le *patch Max* a ensuite été légèrement modifié, puis validé par le compositeur le 12 juillet 2011. L'œuvre a ensuite été donnée à la Carrière du Normandoux le 24 août 2011 puis au Petit Fauchoux à Tours le 4 octobre 2011.

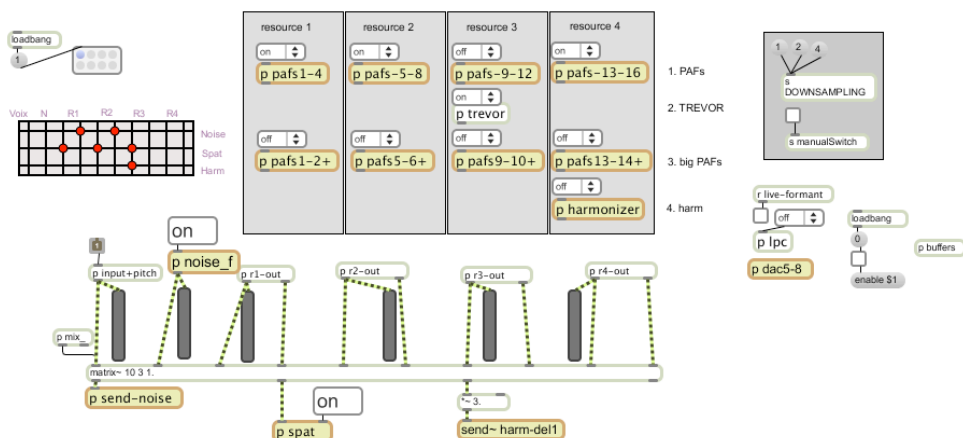
1. Choix méthodologiques

La notion d'orchestre électronique chez Manoury

Dans les pièces avec électronique de Philippe Manoury (de *Jupiter* pour flûte et électronique en 1987 à *Tensio* pour quatuor et électronique, datant de 2010), le *patch* Max ou *Pure Data* de transformation des sons des instruments ou de synthèse électronique est le plus souvent conçu et présenté comme un ensemble de modules de ressources bien identifiées et séparées auxquelles sont envoyées des instructions de contrôle à certains instants précis. L'ensemble des deux – ressources et instructions de commande – fait penser, d'une part, à l'orchestre mobilisant des instruments par famille en les regroupant par pupitres, et, d'autre part, à la partition traditionnelle. Nous ne sommes pas très éloignés de la notion d'orchestre synthétique⁷ proposée par le compositeur Marco Stroppa dans *Traiettorie* pour piano et électronique (1982-1984), à quelques différences près :

- Notre approche prend en compte tous les modules électroniques, et pas seulement ceux qui génèrent les sons de synthèse ;
- L'implémentation de *En Echo* est temps réel et le *patch* ne comporte pas de son synthétisé pré-calculé ;
- Alors que Stroppa cherche à décrire les timbres produits par son orchestre synthétique pour aller vers une écriture, Manoury reste au niveau de la prescription des conditions de jeu de chaque module, c'est-à-dire un contexte d'exécution informatique.

Regardons plus avant l'ensemble des ressources électroniques d'un *patch* de Manoury, par exemple celui de *En Echo* (figure 1).



⁷ Marco STROPPA, « Un orchestre synthétique : remarques sur une notation personnelle », *Le timbre, métaphore pour la composition*, Jean-Baptiste Barrière, éditeur, Paris, Bourgois/Ircam, 1991, p. 485-538.

Figure 1. Philippe Manoury, *En Echo*. Copie d'écran du *patch* principal, produisant la synthèse et la transformation du son.

Les modules électroniques apparaissent en haut au centre de la figure : ils sont placés dans quatre rectangles sur fond gris⁸, intitulés « ressource 1 », « ressource 2 », « ressource 3 », « ressource 4 ». Chacun des rectangles comporte un ensemble de *PAF* (*Phase-Aligned Formant*)⁹ : ce sont des modules de synthèse formantique. Alors que les deux premières ressources ne comportent que des modules *PAF* (et *PAF+*), les ressources 3 et 4 incluent d'autres éléments : le bloc de ressource 3 fait appel à un échantillonneur (ou *sampler*) appelé Trevor, la ressource 4 incorpore un *harmonizer* permettant des transpositions de signaux.

Sous cet angle, il est aisé de considérer que les modules électroniques du *patch* de *En Echo* sont répartis en quatre groupes, comme un orchestre qui serait divisé en quatre groupes d'instruments. De plus, l'association des *PAF/PAF+* suggère des « familles » de modules, comme lorsque l'on parle des cordes, famille regroupant quatre instruments dans l'orchestre classique.

Toutefois, l'un des principes fondamentaux de la synthèse et du traitement du signal en temps réel étant l'association en série de transformations sur le son, la correspondance avec l'orchestre n'est pas aussi immédiate. L'idée de traitement « en série » existe également dans le monde acoustique, mais elle est rare et le plus souvent limitée à deux instruments (un instrument peut être utilisé comme résonateur d'un autre, considéré comme excitateur – par exemple le piano prescrit dans *Dialogue de l'ombre double* de Pierre Boulez, pour clarinette et double enregistré ; mais aussi dans *Prologue* de Grisey pour alto et résonateurs). Au contraire l'électronique l'étend sans limite. Cet aspect est illustré dans le *patch* en haut à gauche sur la figure 1 ; il s'agit de la matrice d'association de ces modules, représentée par un ensemble de lignes horizontales et verticales comportant des points rouges à certaines intersections. Ces derniers signifient l'envoi du signal d'une source indiquée au-dessus de la grille (Voix, N, R1, etc.) vers une destination précisée à sa droite (Noise, Spat, Harm¹⁰). Cette matrice est variable tout au long du déroulement de la pièce, effectuant à la volée les connexions des modules. De très nombreuses combinaisons sont possibles, y compris le *feedback*, puisque le module Noise, qui produit des tremblements de la matière sonore, peut être connecté à lui-même, c'est-à-dire mis en boucle.

Il faut donc sans doute définir l'orchestre électronique comme la configuration de l'ensemble des ressources ou modules, comprenant les connexions entre ces ressources. N'oublions pas non plus la référence de Manoury à l'orchestre au sens traditionnel accompagnant la voix : son univers esthétique fait la part belle aux

⁸ Ajoutés par l'auteur, pour faciliter la lecture.

⁹ Xavier RODET, Yves POTARD, Jean-Baptiste BARRIERE, "The CHANT Project: From the Synthesis of the Singing Voice to Synthesis in General", in *Computer Music Journal*, 8(3), 15, 1984.

¹⁰ Nous reprenons les noms donnés par le compositeur aux modules au niveau de la matrice d'association dans le *patch*.

opéras de Richard Wagner, Richard Strauss et Alban Berg¹¹. Un des fragments musicaux les plus utilisés dans le *sampler* de *En Echo* est un bref extrait d'un enregistrement du *Rosenkavalier* de Strauss (1911) chanté par Elizabeth Schwarzkopf dans le rôle de la Maréchale. L'univers de la voix accompagnée ou des mélodies avec orchestre de ces compositeurs n'est pas loin.

Le choix de *En Echo* de Manoury

Pourquoi avoir choisi *En Echo* dans la vaste production d'œuvres mixtes associant musiciens et électronique temps réel de Manoury ? Dans un premier temps, nous n'avons retenu que les œuvres associant un instrument soliste au dispositif électronique, pour les raisons suivantes :

- Les configurations en binôme – instrument solo et électronique – permettent de mieux décrire et comprendre les processus et interactions homme-machine.
- Ce type de configuration nous place dans une situation de type concerto au sens classique d'accompagnement du soliste ; l'électronique spatialisée, que nous appelons « l'orchestre » est assez aisée à caractériser dans une analyse, et à faire écouter de manière détaillée avec des exemples sonores bien préparés.

Nous devons ainsi choisir entre *Jupiter* pour flûte et électronique (1987, révision 1992), *Pluton* pour piano midi et électronique (1988-1989), *Partita I* pour alto et électronique (2006), *Partita II* pour violon et électronique (2012), et *En Echo*.

Nous avons retenu *En Echo* en raison de l'ampleur du travail mené dans le cadre du projet ASTREE, qui nous a permis de connaître l'œuvre et son *patch* en profondeur. De plus, l'orchestre électronique de cette œuvre est très complet : il comporte aussi bien des modules de synthèse (*phase-aligned formants*, *samplers*) que des modules de transformation du son (*noise*, *harmonizer*) ou de spatialisation. Enfin, *En Echo* met en œuvre une analyse très fine des caractéristiques sonores de la voix sous la forme de descripteurs audio. La synthèse formantique est directement corrélée aux résultats de l'analyse sonore de la voix. Le compositeur s'en explique lui-même ainsi :

La voix n'est pas un instrument à proprement parler ; en effet, sa production sonore ne dépend pas de mécanismes artificiels. Il s'agit donc, dans le cas présent, de capter un signal sonore – extrêmement complexe et variable – et de le synchroniser avec un ordinateur. Le signal sonore en question dépasse en complexité ce que nous connaissions avec le monde instrumental. Une voix produit des hauteurs, mais aussi des phonèmes, des bruits, une variabilité de spectre très mouvante. Nous

¹¹ Philippe MANOURY, « Richard Strauss – Ohne Schatten », in *La Note et le son – Ecrits et entretiens (1981-1998)*, Paris, L'Harmattan, 1998, p. 173-189.

sommes conscients que nous en sommes au début des recherches et que de nombreux progrès restent à accomplir¹².

2. Éléments d'analyse de l'orchestre électronique de *En Echo*

Comment associer le timbre des sons électroniques aux modules du *patch Max* qui les produisent ? Comment représenter le « fonctionnement » d'une œuvre mixte interactive comme *En Echo*, c'est-à-dire ce qui est produit dans l'orchestre électronique ? La situation musicale associe le *patch* et la partition. Se placer du point de vue exclusif de l'un ou de l'autre est évidemment réducteur :

- Vu de la partition, le *patch* est transcrit en notation musicale traditionnelle lorsque cela est possible. La figure 2 montre comment dans *En Echo* le compositeur essaye de noter classiquement ce qui est produit par la synthèse formantique et le sampler. Le timbre sonore produit et la spatialisation ne sont pas pris en compte dans cette projection sur le support-partition traditionnelle : l'écoute du CD et de différents extraits peuvent nous donner des indices, mais nous comprenons d'emblée que nous ne pouvons accéder aux intentions du compositeur dans ces domaines. Si Manoury n'a pas cherché à élaborer une notation spécifique, Stroppa s'est engagé partiellement dans cette voie dans le premier des trois mouvements de *Traiettoria* pour décrire les différents groupes de timbres de ce qu'il nommait « l'orchestre synthétique ».¹³
- Dans le *patch Max*, les références explicites à la partition sont quasiment inexistantes, à l'exception des numéros d'événements qui sont des repères communs à la partie de la chanteuse et à l'électronique. La partition est codée dans le *patch* sous la forme de listes de notes permettant le suivi automatique de l'interprète par la machine : elle est donc difficilement accessible (retenons que le formalisme *Max* ne permet pas *a priori* de représentation musicale).

Dans cette étude de l'orchestre électronique composé par Manoury, nous souhaitons expliciter le fonctionnement du *patch* en recourant à plusieurs représentations sur support informatique : nous avons choisi de les implémenter dans l'environnement *Max* pour pouvoir explorer le fonctionnement du *patch* de *En Echo*, tout en étant capable d'afficher des informations musicales en notation traditionnelle, pour établir des relations avec ce qui se passe dans la partition. Nous avons ainsi établi trois représentations :

¹² Philippe MANOURY, Notes de programme de *En Echo*, in *Philippe Manoury*, Les Cahiers de l'Ircam, collection Compositeurs d'Aujourd'hui n° 8, Paris, 1995, p. 84.

¹³ Marco STROPPA, « Un orchestre synthétique : remarques sur une notation personnelle », *Le timbre, métaphore pour la composition*, Jean-Baptiste Barrière, éditeur, Paris, Bourgois/Ircam, 1991, p. 485-538.

- Une « partition » proposant une synthèse du jeu de l'orchestre électronique dans l'espace sonore octophonique résultant.
- Un vecteur d'état de l'orchestre électronique.
- Un diagramme fonctionnel des modules alimentant le spatialisateur mobile.

Ces trois représentations récupèrent directement les informations du *patch* de *En Echo*, notamment par le jeu des objets *send/receive* que propose cet environnement : les objets *send* du *patch* d'origine envoient des valeurs numériques – en général de contrôle –, et les objets *receive* permettent de recevoir la donnée à distance dans un autre *patch*, qui en fait l'acquisition. Nous avons ainsi pu récupérer dans nos *patches*¹⁴ de représentation un certain nombre d'informations caractérisant le fonctionnement de la partie électronique de l'œuvre, au niveau microscopique comme macroscopique.

Nous examinons ces représentations dans les paragraphes suivants.

The image shows a handwritten musical score for 'En Echo'. It consists of several staves. The top staff is labeled 'Viol' and contains a melodic line with a triplet of eighth notes. Below it are two staves labeled 'TA' and 'MAIN', each with a circled number '34' and '35' respectively. Further down are staves for 'Guit', 'Synth', 'Synth', 'Jamp 2', and 'Jamp 2'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings, along with handwritten annotations and arrows indicating relationships between different parts of the score.

Figure 2. Un extrait de la partition de *En Echo* montrant comment le compositeur a noté le résultat sonore du *patch* Max sur la partition, par module (synthétiseurs PAF, sampler).

¹⁴ Nos *patches* Max ne sont pas inclus dans celui de *En Echo*, mais sont lancés en même temps que ce dernier, et s'exécutent en parallèle, permettant la récupération des informations de contrôle des modules de l'orchestre électronique.

« Partition » dans l'espace sonore octophonique

La figure 3 montre une copie d'écran du *patch* constituant une représentation de « partition » dans l'espace électroacoustique, au sens d'une répartition spatiale des sons synthétisés et transformés. Nous avons élaboré un tableau de bord de l'orchestre électronique montrant quels sont les modules actifs à un instant donné. Nous souhaitons également exposer comment les traitements sonores sont spatialisés, en l'occurrence sur une quadriphonie fixe¹⁵ dans cette œuvre. Sur l'exemple choisi, nous voyons que les *PAF* 1 et 5 sortent devant sur le haut-parleur 5, alors que les *PAF* 2 et 6 sortent à droite sur le haut-parleur 6, etc.¹⁶. À partir des informations brutes émises via des objets *send* par le *patch* de l'œuvre, notre « partition » récupère les informations par des objets *receive* et constitue une visualisation synthétique de l'activité du *patch* mise à jour à chaque changement de configuration. Ce schéma dynamique donne également les notes jouées par les *PAF* sous forme d'accord réduit, avec le détail par haut-parleur, et l'ensemble des notes au centre.

Nous obtenons là des informations difficiles voire impossibles à obtenir à l'aide des supports habituels. Ainsi, alors que la partition traditionnelle ne donnait que l'accord complet des notes jouées par la synthèse formantique, cette nouvelle représentation indique la contribution de chaque module et la directionnalité de sa diffusion. Par ailleurs, apparaissent les noms complets des fichiers utilisés par les samplers. Dans le même esprit d'explicitation, nous obtenons les informations importantes qui caractérisent les modules *harmonizers* et *noise*. Pour les premiers, le nombre de demi-tons de transposition, positif vers l'aigu, négatif vers le grave. Pour le *noise*, nous obtenons la fréquence des tremblements imprimés au signal.

¹⁵ La spatialisation de l'œuvre est réalisée en octophonie, avec deux quadriphonies intercalées, l'une dite fixe, l'autre dite mobile.

¹⁶ Le même principe est appliqué aux autres modules : sampler, harmonizer et noise.

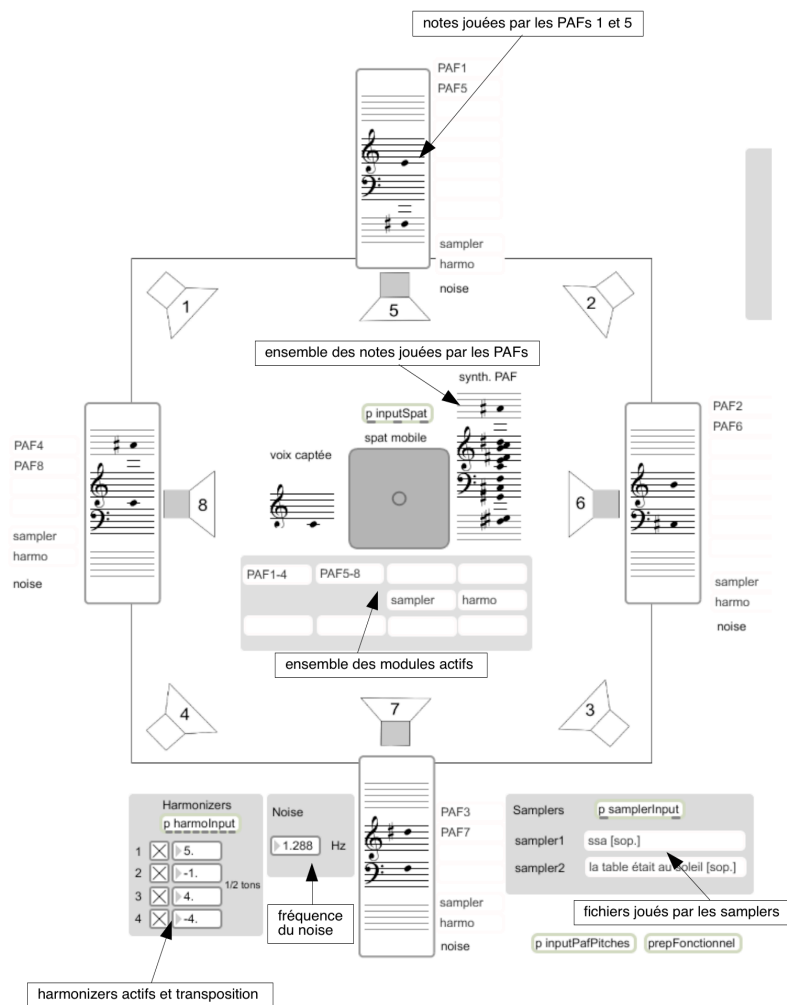


Figure 3. Une représentation proposant une synthèse du fonctionnement de l'orchestre électronique, notamment la visualisation des notes envoyées aux synthétiseurs formantiques et leur spatialisation octophonique. Les annotations encadrées explicitent les différents suivis de modules.

Vecteur d'état de l'orchestre électronique

Comment caractériser à un instant donné l'état de l'orchestre électronique utilisé par Philippe Manoury ? Comment repérer et coder les modules qui fonctionnent et

leurs connexions ? Nous avons imaginé un vecteur à six composantes, chacune d'entre elles correspondant à un bloc du *patch*¹⁷ tels qu'ils ont été repérés sur la figure 1. Chaque composante évalue l'activité des modules du bloc et les connexions inter-modules récupérées de la matrice du *patch*. Chaque valeur correspond à une configuration unique. La figure 4 reproduit une copie d'écran de ce dispositif. Par exemple, le bloc de ressources R1 qui comprend les *PAF* 1 à 4 et *PAF+* 1 et 2, est dans l'état d'activité et de connexion 38.

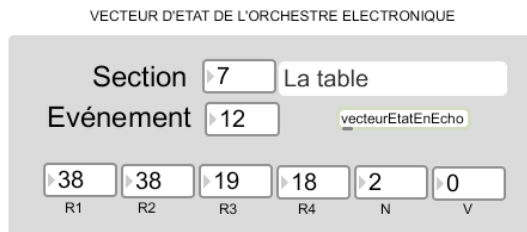


Figure 4. Copie d'écran du vecteur d'état de l'orchestre électronique comportant six composantes.

En accumulant en mémoire les vecteurs d'état obtenus en parcourant l'ensemble de l'œuvre de la première à la septième section, nous trouvons environ cent trente transitions de vecteurs. Nous avons commencé une recherche de configurations-types. Sur la première séquence, intitulée « La rivière », nous avons rassemblé les configurations semblables et nous obtenons le parcours donné sur la figure 5. Cette première séquence fait appel à trois configurations :

- une configuration de base, présente tout au long de la séquence, fondée sur les *PAF* 1 à 4 et 5 à 8 ainsi que le générateur de bruit (*noise*) : elle est exposée seule au début de la séquence, des événements 1 à 26.
- A la configuration de base peut s'ajouter :
 - soit l'ensemble formé du *sampler* et de *l'harmonizer* (colonne orange) sur les plages d'événements 27 à 35, 39 à 53, 56 à 69 et au-delà de 77 ;
 - soit les *PAF* 9 à 12 sans *sampler* ni *harmonizer* (colonne mauve) sur les plages d'événements 36 à 38, 54 à 55, 70 à 76.

De l'événement 27 jusqu'à la fin, la séquence « La rivière » oscille entre ces deux dernières configurations. Il faudrait évidemment généraliser cette approche aux autres sections de l'œuvre. Cette recherche pourrait faire appel à des techniques

¹⁷ La figure 1 et ses commentaires explicitaient les différents blocs de ressources R1 à R4. Nous avons de plus deux blocs : le bloc Noise (N) et le bloc Voix (V) dont les traitements sont toujours actifs mais les connexions varient. Ces six blocs sont soumis au même codage.

informatiques de recherche de motifs ou *patterns*, par exemple reprenant, en les adaptant, les approches de recherche de motifs mélodiques¹⁸.

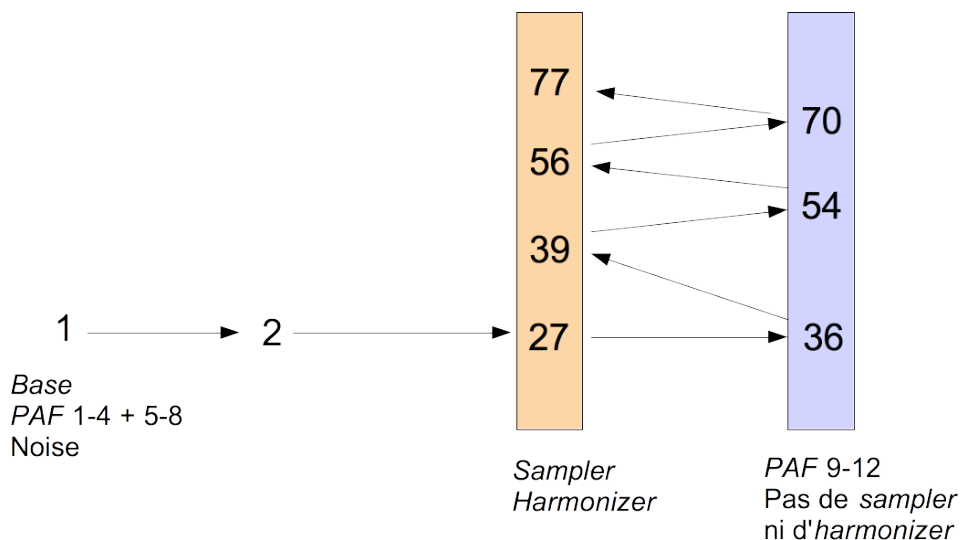


Figure 5. Configurations remarquables d’orchestre électronique au cours de la section 1 « La rivière » dans *En Echo* (les chiffres indiquent les numéros d’événements dans la partition).

Diagramme fonctionnel des modules alimentant le spatialisateur mobile

La troisième représentation met en évidence la circulation du son à travers les modules jusqu’au spatialisateur mobile (on ne représente pas les signaux diffusés par la quadriphonie fixe). Dans ce diagramme, les modules actifs apparaissent en noir, alors que ceux qui sont inactifs sont invisibles. La sortie d’un module est représentée par un petit disque noir suivi d’un trait qui indique vers quel autre module le signal est envoyé. La figure 6 montre une copie d’écran instantanée relevée dans la première section, « La rivière ».

¹⁸ Emiliós CAMBOUROPOULOS, Pierre-Yves ROLLAND, “Algorithmes et techniques pour l’analyse musicale”, in *Informatique musicale – Du signal au signe musical*, Paris, Hermes, 2004, p. 311-342.

DIAGRAMME FONCTIONNEL=>SPAT MOBILE

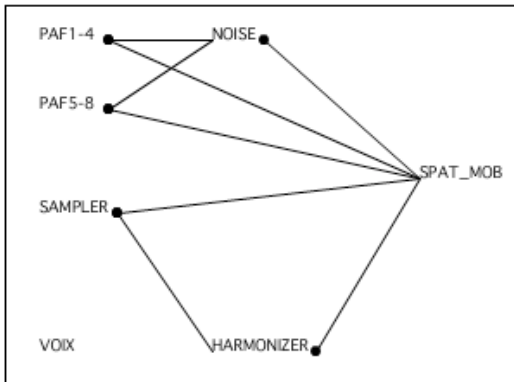


Figure 6. Exemple de diagramme fonctionnel montrant les relations entre modules actifs à un instant donné.

Cette représentation est non seulement très utile pour suivre à un instant donné ce qui se passe dans un *patch*, mais aussi pour détecter des changements de conception ou des erreurs partiellement corrigées. La figure 7 représente la situation au début de la deuxième section de l'œuvre : on remarque que la liaison partant du *sampler* ne va nulle part. En fait, le *sampler* est bien relié à l'*harmonizer*, c'est-à-dire que le son sort bien du premier pour entrer dans le second, mais il s'avère que l'*harmonizer* est éteint à ce moment précis de l'œuvre. Qu'est-ce à dire ? Était-ce une première conception que le compositeur a ensuite abandonnée ? Était-ce une erreur corrigée dans l'urgence, à l'approche d'un concert ? Interrogé¹⁹, le compositeur nous a confié de ne plus se souvenir de la raison de cette connexion erronée. Une telle représentation pourrait donc contribuer à la génétique d'une œuvre avec *patch* Max.

¹⁹ Entretien personnel avec Philippe Manoury le 12 juin 2012.

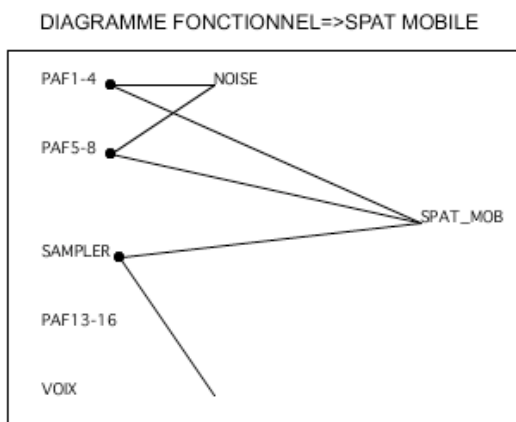


Figure 7. Quand un diagramme révèle une intention abandonnée ou une erreur partiellement corrigée.

3. Positionnement de cette approche et conclusion

Nous sommes partis d'un projet de migration technique de *En Echo* de Manoury visant à expliciter les traitements sonores utilisés dans le *patch* Max de l'œuvre en faisant appel au langage *Faust*. Cette activité, *a priori* à caractère informatique, n'est pas sans retombée musicologique : d'une part, elle remet l'œuvre en jeu, puisque son cycle de vie est à nouveau parcouru en associant le compositeur, les interprètes et les réalisateurs en informatique musicale. Un ensemble de connaissances musicologiques est produit de manière différentielle par rapport à la création et aux exécutions précédentes. Comme *Max* est un logiciel propriétaire, la migration technique nécessite l'explicitation des primitives de traitements sonores qui ne sont pas documentées, en procédant à des travaux de *reverse-engineering* dont le résultat a également une portée intéressante pour le musicologue. Par exemple, retrouver empiriquement le type d'interpolation entre échantillons utilisé dans l'objet *cycle~* de *Max* (qui génère une simple sinusoïde) permet de comprendre le timbre du son obtenu et de le comparer à d'autres programmes de synthèse sonore comme *CSound* ou *SuperCollider*, et donc de situer l'objet sonore produit.

S'il apparaît clairement que les actions de préservation²⁰ des œuvres mixtes font appel à des méthodes d'analyse permettant une compréhension de la pièce lors de sa transformation technique (passant par le démontage et le remontage des modules), notre démarche montre essentiellement la posture inverse : comment

²⁰ Alain BONARDI, Jérôme BARTHELEMY, "The preservation, emulation, migration, and virtualization of live electronics for performing arts : An overview of musical and technical issues", in *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 1(1), 16, 2008.

une action de préservation va produire un savoir empirique à caractère musicologique²¹, que l'on peut situer du côté de l'analyse et de l'orchestration. Jusqu'à maintenant, nous n'avons pas exploré systématiquement cette question, mais il est certain que les configurations d'orchestre électronique que nous avons mises à jour devraient permettre la formulation d'hypothèses allant de la genèse de l'œuvre à des analyses orientées par ces associations de modules et non plus par la lecture de la partition achevée. D'autre part, la préservation des œuvres mixtes combine le plus souvent des actions techniques variées : conservation à caractère muséographique, émulation d'un ancien environnement, migration d'une implémentation à une autre, virtualisation. Il serait intéressant de montrer, en s'appuyant sur des exemples précis, le type de connaissance musicologique que chacune de ces démarches a pu contribuer à mettre au jour.

Les questions d'organologie des traitements sonores électroniques sont délicates²², premièrement en raison de l'instabilité des sources, car la lutherie électronique est en plein développement et fait face à l'obsolescence des supports technologiques ; d'autre part en raison de la difficulté à caractériser en intension des dispositifs qui se donnent avant tout en extension (il n'existe pas une réverbération générique, mais un ensemble assez touffu de modules ayant des propriétés réverbérantes). C'est pourquoi nous avons abordé dans cet article non la classification individuelle des traitements, mais la compréhension de leur combinaison dans une œuvre particulière sous la forme de ce que nous appelons un orchestre électronique.

Cette recherche croise les approches menées dans le domaine des représentations musicologiques. Ici, les représentations proposées sont particulières : elles concernent les moyens de production électronique. Elles ont plusieurs fonctions :

- dans le cas de la partition dans l'espace octophonique, il s'agit de donner un tableau de bord synthétique du fonctionnement de l'électronique, mais aussi de permettre une écoute dirigée de la dimension harmonique de l'œuvre (essentiellement proposée par la synthèse par *PAF*) telle qu'elle est spatialisée.
- dans le cas du vecteur d'état de l'orchestre électronique, il s'agit d'ouvrir à la détection de motifs ou de configurations orchestrales récurrentes, que ce soit par un relevé manuel ou en faisant appel à des techniques informatiques. Alors que ce type de formalisation ne concernait jusqu'à

²¹ Alain BONARDI, « Pérenniser pour transmettre, transmettre pour pérenniser. Destins de l'œuvre mixte interactive – Autour de *En Echo*, pièce de Philippe Manoury », in *Musique et Technologie – Préserver, archiver, re-produire*, Portraits polychromes, Hors-série thématique, Groupe de Recherches Musicales de l'Institut national de l'audiovisuel, 2013, p. 105-127.

²² Serge LEMOUTON, Raffaele CIAVARELLA, Alain BONARDI, « Peut-on envisager une organologie des traitements sonores temps réel, instruments virtuels de l'informatique musicale ? » In *Actes de la Cinquième Conférence de Musicologie Interdisciplinaire (CIM'09)*, Paris, 2009, p. 118-121.

maintenant que l'espace de la partition et était fondé sur l'analyse des notes, il est ici utilisé pour comprendre la genèse du son électronique.

- Enfin, dans le cas du diagramme fonctionnel des modules, il s'agit de représenter ce qui fait la particularité de l'orchestre électronique, à savoir la capacité à associer en série et sans limite les modules de synthèse et de transformation sonore. Nous avons vu qu'une telle approche peut contribuer à la genèse de l'œuvre, en en révélant des pistes de développement.

Nous poursuivons ces travaux autour de la notion d'orchestre électronique sous plusieurs formes ; la première consiste à compléter notre compréhension des configurations de l'orchestre électronique de *En Echo* dans toutes les sections de l'œuvre. Nous avons ainsi montré que dans la sixième section, « Mon visage », il n'y a pas de configuration-type, mais le compositeur procède par glissement avec de petites variations de l'orchestre électronique d'un passage à l'autre. Les autres sections seront abordées en implémentant un algorithme de recherche de motifs. Par ailleurs, nous cherchons à caractériser les modules de traitement sonore de manière sémantique en faisant appel aux formalismes de la logique floue²³.

Références bibliographiques

BACHIMONT, Bruno, « Préservation culturelle numérique », in *Musique et Technologie – Préserver, archiver, re-produire*, Portraits polychromes, Hors-série thématique, Groupe de Recherches Musicales de l'Institut national de l'audiovisuel, 2013.

BATTIER, Marc, « A Constructivist approach to the analysis of electronic music and audio art – between instruments and faktura », *Organised Sound* 8(3), 2003.

BONARDI, Alain, « Pérenniser pour transmettre, transmettre pour pérenniser. Destins de l'œuvre mixte interactive – Autour de *En Echo*, pièce de Philippe Manoury », dans *Musique et Technologie – Préserver, archiver, re-produire*, Portraits polychromes, Hors-série thématique, Groupe de Recherches Musicales de l'Institut national de l'audiovisuel, 2013.

BONARDI, Alain, BARTHÉLEMY, Jérôme, « The preservation, emulation, migration, and virtualization of live electronics for performing arts: An overview of musical and technical issues », *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 1(1), 16, 2008.

CAMBOUROPOULOS, Emiliós, ROLLAND, Pierre-Yves, « Algorithmes et techniques pour l'analyse musicale », in *Informatique musicale – Du signal au signe musical*, Paris, Hermes, 2004.

LEMOUTON, Serge, CIAVARELLA, Raffaele, BONARDI, Alain, « Peut-on envisager une organologie des traitements sonores temps réel, instruments virtuels de l'informatique musicale ? » In *Actes de la Cinquième Conférence de Musicologie Interdisciplinaire (CIM'09)*, Paris, 2009.

MANOURY, Philippe, « Richard Strauss – Ohne Schatten », in *La note et le son – Ecrits et entretiens (1981-1998)*, Paris, L'Harmattan, 1998.

²³ La logique floue est une extension de la logique classique aux raisonnements incertains. Elle s'appuie sur la théorie des ensembles flous. En l'occurrence, elle permet de modéliser par des règles exprimées en langue naturelle, par définition imprécises, le comportement de traitements numériques réalisés dans l'environnement *Max*.

MANOURY, Philippe, Notes de programme de *En Echo*, in *Philippe Manoury*, Les Cahiers de l'Ircam, collection Compositeurs d'Aujourd'hui n° 8, Paris, 1995.

ORLAREY, Yann, FOBER, Dominique, LETZ, Stéphane, "Syntactical and semantical aspects of Faust", *Soft Computing* 8(9), 2004.

RODET, Xavier, POTARD, Yves, BARRIÈRE, Jean-Baptiste, "The CHANT Project: From the Synthesis of the Singing Voice to Synthesis in General", in *Computer Music Journal*, 8(3), 15, 1984.

STROPPA, Marco, « Un orchestre synthétique : remarques sur une notation personnelle », *Le timbre, métaphore pour la composition*, Jean-Baptiste Barrière, éditeur, Paris, Bourgois/Ircam, 1991, p. 485-538.

TIFFON, Vincent, « Les Musiques mixtes : entre pérennité et obsolescence », *Musurgia*, vol. 12, n° 3, 2005.