

CARTES ET TABLEAUX INTERACTIFS : NOUVEAUX ENJEUX POUR L'ANALYSE DES MUSIQUES ELECTROACOUSTIQUES

Pierre Couprie

OMF-MINT Université Paris-Sorbonne

MTIRC De Montfort University

pierre.couprie@paris-sorbonne.fr

RÉSUMÉ

L'analyse musicale utilise différents types de représentations sous la forme de tableaux ou de cartes. Elles permettent de mettre en évidence des relations syntagmatiques (structures) ou paradigmatiques (relations entre des objets segmentés). Si ces tableaux et cartes sont couramment utilisés dans le champ de la musique écrite, cette activité est moins courante dans le domaine de la musique électroacoustique. Dans ce cas, le modèle acousmographie est généralement utilisé. Pourtant, il existe plusieurs logiciels (Open Music, Musique Lab 2, OMax, IAA, EAnalysis) permettant de réaliser ces types de représentations et apportant des fonctions d'interactivités adaptées à la musicologie et au corpus actuel des musiques électroacoustiques.

1. INTRODUCTION

La réalisation de tableaux et de cartes est une activité assez courante dans le domaine de l'analyse [1]. Présenter des unités segmentées sous une forme différente qu'un alignement temporel simple permet souvent d'en saisir la complexité ou de dégager de nouvelles relations. C'est une activité moins courante dans le domaine de l'analyse des musiques électroacoustiques, probablement due à la difficulté de représenter des unités sonores complexes.

Depuis de nombreuses années, la représentation de type acousmographie est devenue une véritable référence dans le domaine de l'analyse de l'électroacoustique [2]. Permettant de symboliser des unités sur un axe temporel, elle convient parfaitement à un corpus historique de musique de sons fixés qui occupe les musicologues depuis plus de 30 ans. A partir du milieu des années 90, de nouvelles formes de créations électroacoustiques remplacent progressivement le concert traditionnel en intégrant l'interactivité, l'improvisation, d'autres formes artistiques comme la vidéo, la poésie sonore ou des pratiques sociales comme le jeu. Ces formes de création ne sont pas nouvelles mais elles ont bénéficié des progrès de l'informatique portable pour s'imposer progressivement dans de nombreux centres de création.

Dans cet article, je vais d'abord présenter ces nouvelles pratiques artistiques et les enjeux qui les accompagnent dans le domaine musicologique. Je montrerai l'utilisation des tableaux et des cartes

navigables pour augmenter les possibilités de l'acousmographie traditionnelle. La seconde partie de l'article exposera différents exemples de tableaux et de cartes réalisés à partir de logiciels adaptés ou conçus pour l'analyse musicale.

2. L'EVOLUTION DU MODELE ACOUSMOGRAPHIE

2.1. Le corpus actuel des musiques électroacoustiques

Le corpus actuel des musiques électroacoustiques se recentre depuis une quinzaine d'années sur des pratiques intégrant l'interactivité, l'improvisation ou la fusion avec les autres arts. Ces formes de création ne sont pas nouvelles mais elles se sont généralisées au point de devenir majoritaires dans certains centres de création. Pour le musicologue, elles bouleversent profondément un certain nombre de notions comme celle d'œuvre, d'instrument ou de partition.

Ainsi, la notion d'instrument doit être augmentée à l'ensemble des machines utilisées par le musicien. Dans bien des cas, l'instrument augmenté se superpose aussi en partie à la partition. En effet, cette dernière ne contient plus seulement les signes destinés aux musiciens mais aussi les algorithmes permettant de générer la partie électronique. Analyser une œuvre interactive devient une activité complexe dans laquelle l'objet même de l'étude est complexe à circonscrire. Dans certains cas, une captation de la performance en vue d'une étude musicologique devient même quasiment impossible à réaliser. A l'instar de Jean Baudrillard [3] déclarant la fin du réel dans l'image numérique, de telles performances posent la question de la définition même de l'objet d'analyse. Doit-on analyser l'œuvre et ses sources (partition, sons préenregistrés, *patches*, etc.) qui sont les modèles traditionnels de la performance ou cette dernière qui devient, comme pour l'image numérique, le modèle de l'œuvre ?

De la captation de l'œuvre à son étude en allant jusqu'aux problématiques d'archivage, il est aisé de constater que le métier de musicologue est en pleine mutation. La généralisation du numérique dans la création en est probablement une des causes, mais c'est aussi la profonde mutation et l'hybridation des pratiques artistiques qui obligent le chercheur à intégrer le

numérique et manipuler des objets complexes dans son travail d'analyse.

2.2. Les limites du modèle acousmographie

Le logiciel Acousmographie existe depuis plus de 20 ans. Il a été un formidable catalyseur de travaux d'analyse sur la musique électroacoustique. Ce modèle peut être défini comme la symbolisation d'unités segmentées alignées sur un axe temporel de gauche à droite et sur un axe vertical représentant un paramètre d'analyse. La forme, la couleur, la texture et la taille du symbole sont aussi associées à un ensemble de paramètres ou à une classification des unités analysées. Cette symbolisation est en réalité une extension du sonagramme qui est déjà lui-même une représentation du spectre réel. Ce type de représentation est aussi basé sur le modèle du magnétophone, le sonagramme représentant la bande magnétique se déroulant de droite à gauche. Ce sonagramme augmenté de symboles est devenu une référence en matière d'outil d'aide à l'analyse musicale. Il convient parfaitement à l'analyse d'œuvres de support ou d'œuvres mixte suivant un déroulement temporel prédéterminé. Dans le cas des corpus actuels le modèle acousmographie présente d'évidentes limites.

La première limite est la forme même de la représentation. Les dimensions habituelles construites sur l'axe temporel ne correspondent plus au travail du compositeur utilisant les technologies numériques. Elles sont basées sur les technologies analogiques dans lesquelles les voies de mixage sont superposées à l'aide de magnétophones dont le déroulement temporel est synchrone ou fonctionne sur le même mode. Les interfaces actuelles de création mélangent des données temporelles (par exemple les fragments audio préenregistrés), des processus (par exemple les opérations de transformation audio) et des états séquentiels d'interactions entre le musicien et son instrument (par exemple les données des contrôleurs MIDI ou OSC). Ces nouveaux objets n'ont plus de bords, possèdent des dimensions temporelles variables, floues ou inexistantes. Cette complexité de dispositif devient impossible à symboliser dans une seule dimension temporelle.

La deuxième limite est celle du format des données à analyser. Le dispositif électroacoustique produit des données audio, MIDI/OSC, un ensemble de fichiers variés correspondant à des listes de données et il est souvent intéressant d'avoir un enregistrement vidéo de la performance. L'ensemble de ces données ne rentre plus dans le modèle acousmographie.

Enfin, la troisième limite est celle du lien avec les autres logiciels. Le musicologue ne travaille plus avec un seul outil, certains logiciels seront particulièrement adaptés pour appliquer des descripteurs audio, d'autres vont permettre d'analyser les fichiers audio et vidéo d'une manière spécifique, les logiciels utilisés pour la création de l'œuvre sont aussi des outils importants pour le musicologue. Il devient donc essentiel d'utiliser des

logiciels permettant les échanges de données ou l'interaction à partir de différents protocoles.

2.3. Les enjeux d'un nouveau modèle pour l'analyse des musiques électroacoustiques

En étudiant les pratiques actuelles de l'analyse musicale, nous voyons les musicologues complexifier leur démarche. Ainsi, l'étude des *patches* du compositeur devient essentielle, la collaboration du musicologue à des recherches dans le domaine de l'archivage [4] est un enjeu majeur de l'étude des œuvres interactives ou les propositions de représentations faites par les logiciels de création sont une source d'information très riche pour le musicologue.

Au-delà de ces nouvelles données, un des enjeux qui semblent les plus problématiques est celui des flux de travail. En effet, le musicologue doit optimiser son usage des différents logiciels. Mais ce n'est possible que si ces derniers permettent l'interopérabilité. En effet, l'absence de format d'échange musicologique qui permettrait de faciliter le transfert et l'analyse des données musicales est un des grands enjeux des futurs logiciels.

Le modèle acousmographie doit donc être augmenté afin de prendre en compte les corpus actuels et les nouveaux enjeux de la musicologie dans le cadre des humanités numériques.

2.4. Les tableaux et les cartes en analyse musicale

Les tableaux et cartes utilisés en analyse musicale permettent de mettre en évidence certaines relations et groupements dans les objets analysés. La mise en tableau ou carte commence par une étape de segmentation, les unités ainsi isolées sont ensuite réorganisées visuellement sous la forme de tableau (fragment de partitions ou de sonagrammes alignés) ou de carte. Dans ce dernier cas, la position graphique des unités est plus libre et permet de mettre en évidence des relations plus complexes ou sur plusieurs niveaux. Ces relations peuvent être d'ordre paradigmatique (équivalence entre les objets) ou syntagmatique (regroupement des objets en structures) [5]. Ils permettent surtout de s'abstraire de l'axe temporel traditionnellement utilisé dans la partition ou la représentation graphique. Ils sont couramment utilisés dans trois types d'activités analytiques : la classification, la mise en tableau paradigmatique et l'analyse génétique.

La classification d'objets segmentés (unités, fonctions ou élément de structure) permet de faire émerger des catégories. Généralement ces catégories sont ensuite organisées afin de faire apparaître des catégories d'ordre supérieures.

La réalisation de tableaux paradigmatiques [6] permet de classer les objets en fonctions de leur ordre d'apparition et de leur équivalence. Ce type de tableau met en évidence le travail de développement du matériau musical.

L'analyse génétique utilise des cartes représentant les modifications du matériau source avant et pendant son intégration dans l'œuvre. Cette activité révèle les choix réalisés par l'artiste pendant le processus de création.

Ces trois exemples montrent la richesse de l'utilisation des tableaux et cartes dans l'analyse musicale.

3. QUELQUES EXEMPLES DE LOGICIELS

Je vais maintenant présenter quelques exemples de logiciels permettant de créer et de manipuler ces tableaux et cartes. Certains outils sont avant tout dédiés à la création, d'autres ont été spécifiquement développés pour l'analyse musicale.

3.1. La maquette d'Open Music et de Musique Lab 2

Open Music est un environnement de composition développé par l'Ircam. Il permet de travailler sur des processus créatifs et de manipuler des données MIDI, audio ou simplement textuel. Ce logiciel possède un outil nommé Maquette permettant de positionner des objets (notes, fichiers audio) ou des opérations à effectuer sur ces objets sur un axe temporel. Open Music permet ainsi de résoudre une des limites de l'Acousmographe à savoir la représentation de processus musicaux.

Le logiciel Musique Lab Maquette [7] est une version d'Open Music réalisé dans une visée pédagogique. Comme avec Open Music, le chercheur peut manipuler

des fragments d'œuvres et d'explorer les processus de création. Il devient ainsi très simple d'extraire des fragments de l'œuvre [8] afin de les manipuler séparément et réaliser différents types de tableaux (figure 1) ou modéliser la structure d'une œuvre.

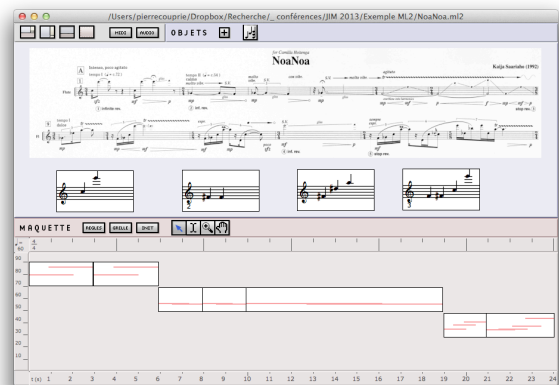


Figure 1. Le début de *NoaNoa* de Kaija Saariaho, représentation paradigmatique dans Musique Lab 2.

Ce type de représentation offre aussi la possibilité de construire des parcours d'écoute dans l'œuvre. La maquette apparaît donc comme un outil simple et puissant pour manipuler temporellement les objets analysés.

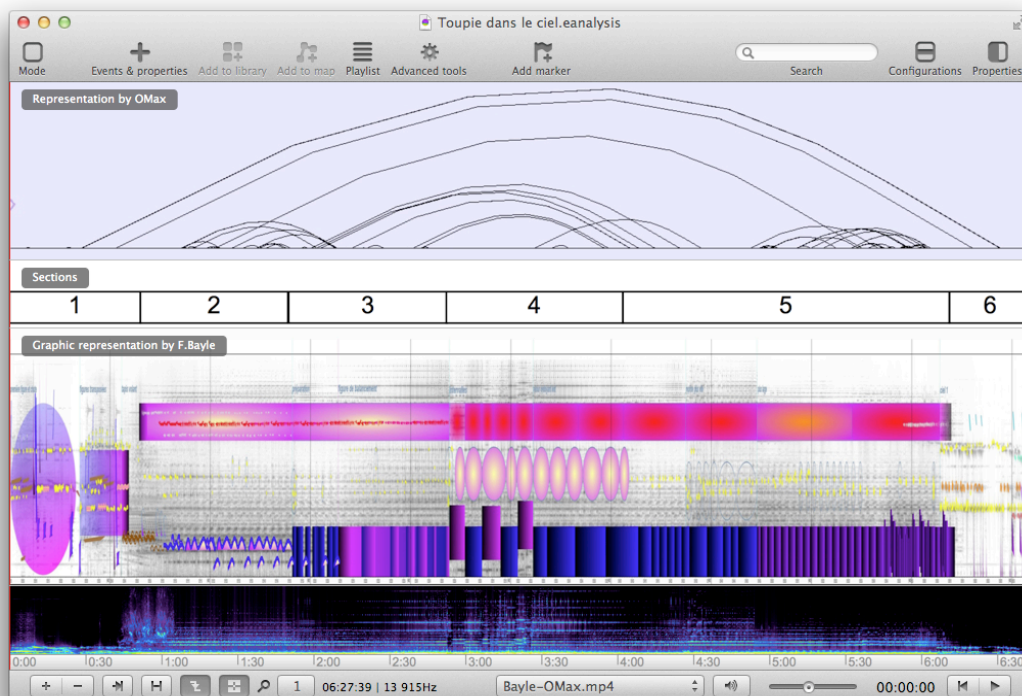


Figure 2. *Toupie dans le ciel* de François Bayle, représentations assemblées avec EAnalysis : générée par OMax (haut), par le compositeur (milieu), sonagramme (bas)

3.2. La visualisation de la structure dans OMax

OMax est un logiciel d'improvisation MIDI ou audio qui intègre, depuis la version 4, une interface de visualisation [9] représentant en temps réel le modèle en court d'apprentissage. La segmentation réalisée par OMax est basée sur un ensemble de descripteurs audio. Le logiciel repère ensuite les structures des fragments segmentés en obéissant à un oracle des facteurs. La représentation affiche les liens entre les différentes structures qui permettront au logiciel de produire une improvisation. En s'arrêtant avant la phase d'improvisation, il est possible de générer la représentation d'une œuvre (improvisée ou non) résultant de l'analyse réalisée par OMax. Dans le cas de la figure 2, la représentation en quatre arches correspond parfaitement à celle du compositeur :

- une grande arche reliant le début à la fin (la section 1 à la fin de la section 5 et à la section 6) ;
- deux arches situées au premier et au troisième quart permettant d'isoler la deuxième et une partie de la cinquième section de la pièce ;
- une arche centrale mettant en évidence la relation entre la troisième et le début de la cinquième section.

La figure 2 représente la juxtaposition de l'analyse d'une œuvre acousmatique (*Toupie dans le ciel* de François Bayle) réalisée par le compositeur [10] et la représentation réalisée par OMax. Ce type de représentation met en évidence les relations entre les différentes sections de l'œuvre. La correspondance évidente avec l'analyse du compositeur lui-même permet de valider ce type de représentation pour l'analyse musicale.

Cette représentation apporte une direction de recherche dans les opérations de navigation au sein d'un même fichier. Le fait de relier des positions temporelles espacées et de produire, lors de la phase d'improvisation, une lecture différente de l'œuvre présente d'évidentes possibilités pour l'analyse musicale. Appliqué à un outil de lecture, OMax permettrait de multiplier les possibilités de navigation au sein d'une ou plusieurs œuvres.

3.3. Interactive Aural Analysis (IAA)

IAA [11] est une activité d'analyse musicale développée par Michael Clarke à l'université d'Huddersfield. Une des réalisations consiste à publier des analyses sous la forme de logiciels interactifs. Après trois réalisations fixes, une nouvelle version du logiciel en cours de développement permettra à l'utilisateur de créer ses propres analyses.

Le principe de ce logiciel est d'utiliser plusieurs types de représentations interactives pour analyser et présenter l'analyse d'une œuvre.

La classification (*aural taxonomy*) permet de visualiser les relations entre les sons sous la forme d'une carte (figure 3). Cette carte reprend les matériaux

d'origine de l'œuvre et produit un premier classement. Ce classement permettra ensuite de segmenter l'œuvre.

Le tableau paradigmatique (*aural paradigmatic chart*) permet de visualiser les unités segmentées sous une forme paradigmatique (figure 4). Nous y retrouvons les catégories de la figure 3 (axe vertical) et le résultat de la segmentation (axe horizontal).

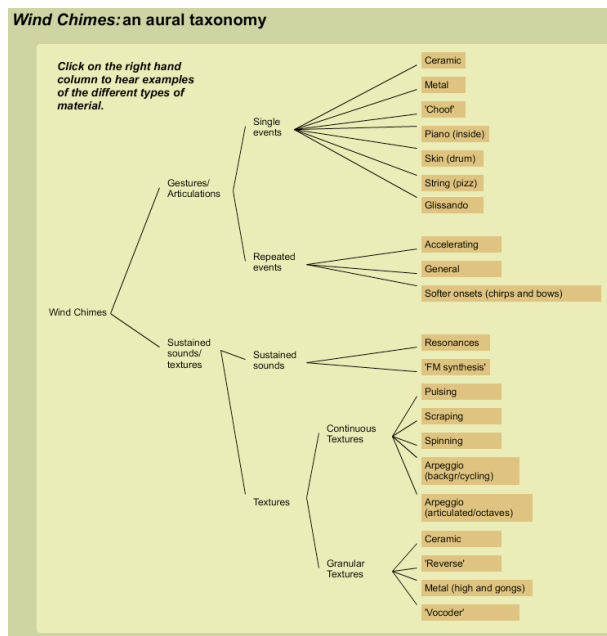


Figure 3. Classification interactive des sons de *Wind Chimes* de Denis Smalley par Michael Clarke.

L'interactivité de cette carte et ce tableau est particulièrement intéressante pour l'analyse des musiques électroacoustiques : l'utilisateur peut cliquer sur les objets afin d'écouter les sons, il peut même utiliser des fonctions de filtrage dans le cas du deuxième exemple. Michael Clarke nous montre ici une voie très prometteuse dans l'usage du numérique en analyse musicale.

3.4. EAnalysis

EAnalysis [12] est un logiciel d'aide à l'analyse des musiques électroacoustiques ou non écrites du groupe de recherche MTIRC¹ de l'université De Montfort de Leicester. Le développement de ce logiciel m'a permis d'expérimenter et de mettre en pratique un certain nombre de recherches prospectives effectuées depuis 2007 sur le logiciel iAnalyse Studio² [13] et dans le domaine de la représentation graphique d'analyse

¹ Music, Technology and Innovation Research Centre: <http://mti.dmu.ac.uk>.

² Depuis début 2013, iAnalyse est devenu iAnalyse Studio, suite de logiciels d'aide à l'analyse musicale, et est disponible gratuitement sur : <http://ianalyse.pierrecouprie.fr>.

musicale. EAnalysis a hérité de certaines fonctions de iAnalysis Studio mais, si le second logiciel est dédié à l'aide à l'analyse de la musique écrite, le premier est

particulièrement utile pour l'analyse des musiques électroacoustiques.



Figure 4. Tableau paradigmatique interactif de *Wind Chimes* de Denis Smalley par Michael Clarke.

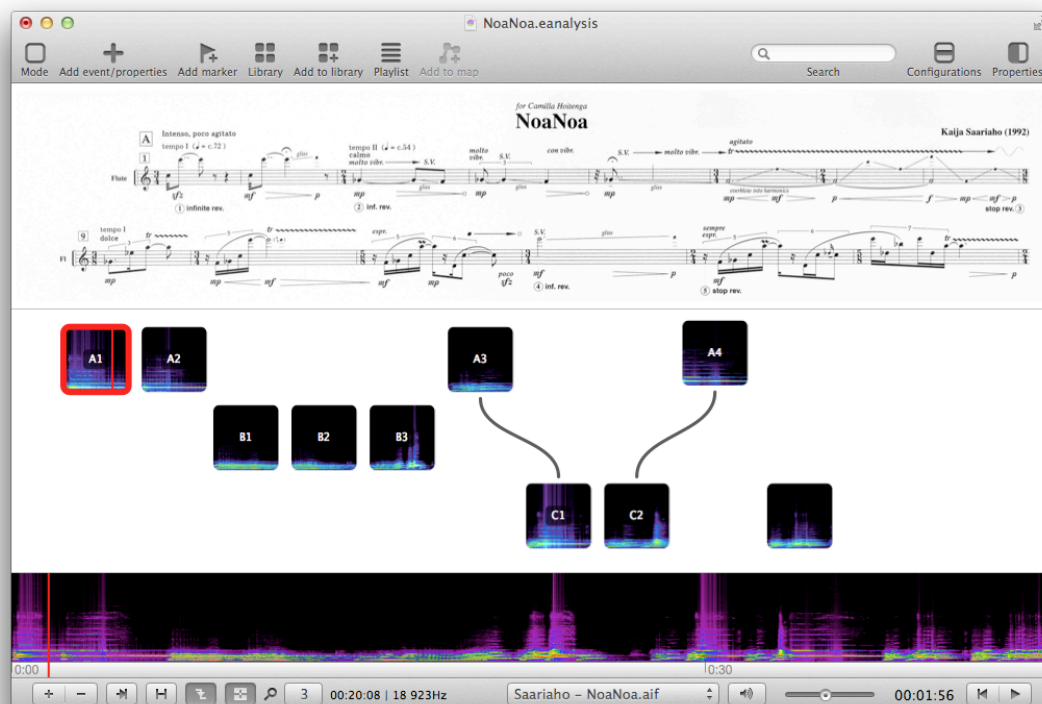


Figure 5. *NoaNoa* de Kaija Saariaho, représentation réalisée avec EAnalysis : partition (haut), tableau paradigmatique (milieu), sonagramme (bas).

L'objectif d'EAnalysis est de proposer au musicologue un ensemble d'outils graphiques pour l'aider dans son travail d'analyse. Depuis la présentation aux dernières Journées d'Informatique Musicale de Mons, le logiciel a beaucoup évolué, notamment dans le domaine de la navigation à l'intérieur d'un ou plusieurs fichiers audio et/ou vidéo et dans la réalisation de plusieurs modèles de représentations. Un des aboutissements tient dans la possibilité de réaliser des cartes de fragments d'une ou plusieurs œuvres (figure 5). Le musicologue peut ainsi sélectionner des extraits, les ajouter dans la carte et les organiser en fonction des critères qu'il a choisis. Ces extraits sont symbolisés par des fragments de sonagrammes, de forme d'onde ou simplement des graphiques et peuvent être reliés entre eux. L'ensemble est manipulable en lecture dans les deux sens. Ainsi, le musicologue peut visualiser directement sur la carte l'enchaînement des fragments en lisant l'œuvre (un curseur apparaît sur chaque fragments) ou, à l'inverse, visualiser la position des fragments dans l'œuvre en sélectionnant les éléments de la carte.

Différents types de cartes peuvent être réalisés avec EAnalysis : typologie, tableau paradigmatique, arbres. génératif, création de parcours d'écoute, etc. La force de ce logiciel tient dans le fait de pouvoir juxtaposer ou superposer plusieurs types de représentations et ainsi mettre en relation un ou plusieurs enregistrements audiovisuels, des images (partitions, photographies, etc.), des représentations analytiques ou des données provenant d'autres logiciels.

4. CONCLUSION

Cet article m'a permis de démontrer les possibilités offertes par différents logiciels dans le domaine de l'analyse musicale. D'une représentation traditionnelle de type acousmographie nous sommes maintenant en mesure de l'enrichir avec un ensemble d'autres représentations sous la forme de tableaux et de cartes interactives.

Ces nouveaux outils répondent parfaitement aux enjeux posés par le corpus actuel des musiques électroacoustiques qui nécessite de pouvoir s'extraire de la dimension temporelle et de manipuler facilement des objets segmentés.

5. REFERENCES

- [1] Donin, N., Goldman, J. "Charting the Score in a Multimedia Context : the Case of Paradigmatic Analysis", Music Theory Online, 14-4, USA, 2008.
- [2] Delalande, F. "Pratiques et objectifs des transcriptions des musiques électroacoustiques", L'analyse musicale, une pratique et son histoire, Genève, 2009.
- [3] Baudrillard, J. *Le crime parfait*, Paris, Galilée, 1995.
- [4] Bonardi, A. "Approches pratiques de la preservation/virtualisation des œuvres interactives mixtes : *En Echo* de Manoury", JIM, Saint-Etienne, 2011.
- [5] Chouvel, JM. *Analyse musicale Sémiologie et cognition des formes temporelles*, L'Harmattan, Paris, 2006.
- [6] Ruwet, N. *Langage, musique, poésie*. Seuil, Paris, 1972.
- [7] Bresson, J., Guédy, F., Assayag, G. "Musique Lab Maquette : une approche interactive des processus compositionnels pour la pédagogie musicale", Revue des sciences et technologie de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation, 13, Le Mans, 2006.
- [8] Donin, N. Goldszmidt, S. Theureau, J. "Instrumenter les opérations d'écoute analytique ? Un bilan du projet 'écoutes signées' (2003-2006)", JIM, Rennes, 2010.
- [9] Lévy, B., Bloch, G., Assayag, G. "OMaxist Dialectics : Capturing, Visualizing and Expanding Improvisations", NIME, Ann Arbor, 2012.
- [10] Bayle, F. *Erosphère*, Paris, Magison, 2009.
- [11] Clarke, M. "Analysing Electroacoustic Music: an Interactive Aural Approach", Music Analysis, USA, 2012.
- [12] Couprie, P. "EAnalysis : aide à l'analyse de la musique électroacoustique", JIM, Mons, 2012.
- [13] Couprie, P. "Analyser la musique électroacoustique avec le logiciel iAnalyse", EMS, Paris, 2008.