



**HAL**  
open science

# La place de l'informatique et du multimédia dans l'analyse des musiques électroacoustiques

Pierre Couprie

► **To cite this version:**

Pierre Couprie. La place de l'informatique et du multimédia dans l'analyse des musiques électroacoustiques. Musique, arts, technologies, pour une approche critique, 2004. hal-01257525

**HAL Id: hal-01257525**

**<https://hal.science/hal-01257525>**

Submitted on 17 Jan 2016

**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.

LA PLACE DE L'INFORMATIQUE ET DU MULTIMÉDIA  
DANS L'ANALYSE DES MUSIQUES  
ÉLECTROACOUSTIQUES

*Pierre Couprie*

INTRODUCTION

A l'heure où l'informatique musicale prend une ampleur sans égale, parler d'analyse musicale assistée par ordinateur ou d'analyse multimédia reste encore une exception. Toutefois plusieurs CD-Rom<sup>1</sup> sont sortis récemment et des groupes de recherches<sup>2</sup> commencent à se constituer. Il semblerait donc que cette nouvelle discipline devienne un des axes de recherche avec lesquels il faille compter en analyse musicale.

Depuis 1956, date de l'écriture du programme *Music I* par Max Mathews, aux dernières réalisations dans le domaine des logiciels de production musicale, l'informatique a pris une place très importante dans le travail de nombreux compositeurs. Les logiciels sont désormais capables d'analyser physiquement les sons, de les transformer, de les mixer ou de réaliser des partitions musicales à l'aide de règles mathématiques très complexes. Mais le plus important semble être le développement de l'interaction entre un objet visuel et un objet sonore ou plus particulièrement entre la représentation visuelle d'un son et sa lecture audio. Cette interaction multimédia<sup>3</sup> est née de l'informatique et est devenue une part importante du travail sur ordinateur depuis environ 1983. Le multimédia n'est pas cantonné aux disciplines musicales ; il touche tous les domaines mettant en relations des médias différents. Deux événements ont forgé le multimédia en informatique<sup>4</sup> :

1. la création d'Internet en 1983 et la proposition d'un système hypertexte par Tim Berners-Lee ;

2. la sortie de la première encyclopédie sur CD-Rom en 1986 : *The Academic American Encyclopedia*.

Le *Dictionnaire des arts médiatiques*<sup>5</sup> sépare le multimédia en deux tendances : celle consistant à assembler différents éléments sur des supports différents (vidéo, texte, peintures, projection, musique, etc.) et le système hypertexte permettant de lier différents documents sur un seul média numérique : un ensemble de fichiers informatiques ou un CD-Rom. Je discuterai ici de la seconde tendance appliquée à l'analyse musicale.

Cet article se décomposera en trois temps. Tout d'abord, je donnerai des exemples de ce que l'on peut réaliser avec l'Acousmographe<sup>6</sup>. Le deuxième temps me permettra de vous faire découvrir une analyse utilisant l'informatique dans toutes les étapes de sa constitution. Le dernier temps me conduira à analyser la présentation multimédia de travaux d'analyses afin de montrer la richesse de ce nouveau domaine.

#### LES OUTILS INFORMATIQUES D'AIDE À L'ANALYSE

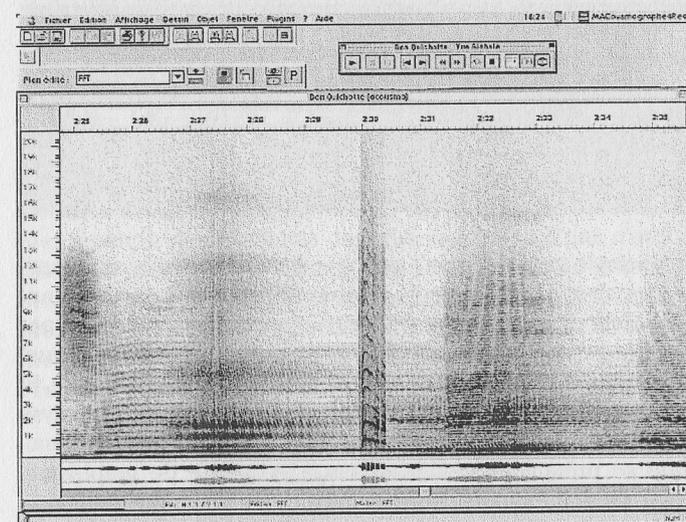
Pour le chercheur en analyse électroacoustique, les logiciels se répartissent en deux groupes : ceux permettant d'avoir une représentation physique du son et ceux présentant une aide à l'analyse.

##### *L'analyse physique du son*

Il peut sembler étrange de placer l'analyse physique du son, c'est-à-dire sa décomposition en fréquences, comme une première étape d'analyse musicale. Cette étape est pourtant devenue naturelle pour tout chercheur désirant analyser une musique dont il n'existe aucune partition. Ce manque de support visuel fait cruellement défaut et pourtant il incite à une nouvelle approche, recentrée sur le son – le concret – pour travailler la structure – l'abstrait – en liaison directe avec l'écoute.

L'informatique permet actuellement, et pour un moindre coût, de réaliser des analyses physiques d'un fichier sonore avec une très grande précision. Plusieurs logiciels existent ; certains sont gratuits ; les exemples présentés ici sont réalisés sur l'Acousmographe. Il existe bien évidemment plusieurs types de re-

présentations. Toutefois, la plus courante se présente en trois dimensions : temps, fréquences, intensités.



**Exemple 1 :**  
un  
sonagramme  
dans  
l'Acousmo-  
graphe<sup>7</sup>

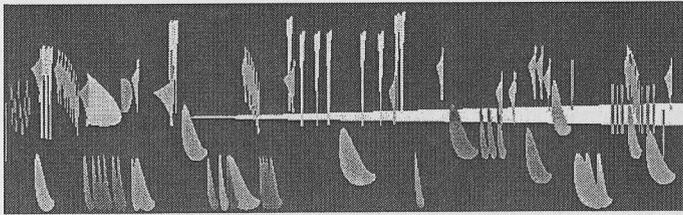
Dans la représentation de l'exemple 1, le déroulement temporel est sur l'axe des abscisses, l'échelle des fréquences sur l'axe des ordonnées et les intensités de chaque fréquence en niveau de gris. La courbe globale d'intensité est représentée en bas sous forme de deux canaux (droite et gauche). Cette représentation est très intéressante car elle met en relation les masses de fréquences entre elles. Leur intégration dans un déroulement temporel permet de visualiser le rythme, la symétrie des structures ou la forme globale. Il suffit, pour passer des rythmes à la forme, de modifier l'échelle temporelle de visualisation.

##### *L'annotation de fichiers sons*

L'Acousmographe permet, sur la base d'un sonagramme (cf. exemple 1) d'annoter le fichier sonore. Cette annotation peut être un simple travail de dégrossissement de la segmentation et de visualisation d'objets-fonctions. Mais elle peut aussi être une véritable représentation graphique de l'analyse. L'avantage du visuel sur le texte se situe dans l'immédiateté de la compréhension. La représentation visuelle peut alors être parfaitement adaptée à la

compréhension musicale de l'œuvre (cf. exemple 2). Dans ce cas, le multimédia peut devenir un outil extrêmement intéressant.

**Exemple 2 :**  
représentation  
d'*Onde croisée*  
de Bernard  
Parmegiani  
par Pierre  
Couprie<sup>8</sup>



En voyant le graphique de l'exemple 2, on comprend instantanément quels sont les différents groupes de son – en les segmentant selon leur morphologie ou leur occupation spectrale par exemple –, comment ils sont répartis au niveau des hauteurs, quel est le rythme musical ou comment évolue la forme générale. Et c'est bien dans ce sens que j'ai effectué mon travail pour l'analyse de cette œuvre de Bernard Parmegiani. Il est vrai que cette musique se prêtait merveilleusement à ce genre de graphisme. L'analyste doit toujours chercher, dans ce jeu graphique délicat, la meilleure représentation pour ce qu'il veut démontrer. Ici, par exemple, l'objectif était de faire comprendre comment la complexité et la très grande virtuosité du matériau musical pouvaient être analysées d'une manière simple et accessible au plus grand nombre tout en étant le plus exhaustif possible.

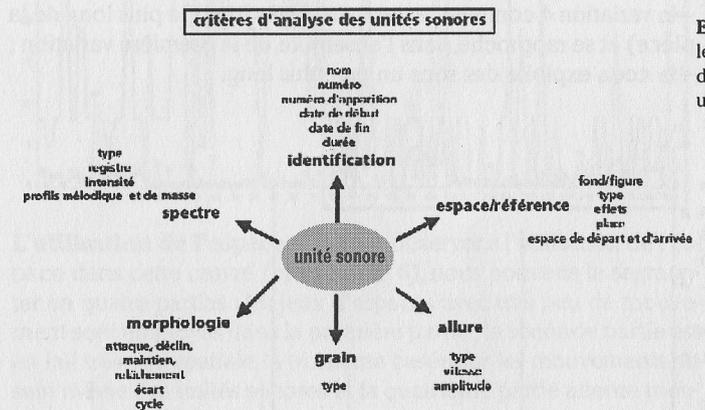
#### UN EXEMPLE D'ANALYSE INFORMATISÉE

Ce troisième chapitre va me permettre de développer l'utilisation de certains logiciels sur un exemple précis : l'analyse de *Dulcinée* extrait de *Don Quichotte Corporation* d'Alain Savouret. Cette œuvre est extrêmement intéressante car elle utilise un matériau de base très réduit et une forme simple : le thème et variations, chaque variation proposant des transformations de plus en plus poussées du matériau.

#### La réalisation d'une fiche d'analyse par critères

Le travail a commencé par l'élaboration d'une fiche de description des unités sonores. J'ai établi une grille de 27 critères regroupés en 6 catégories principales (cf. exemple 3) : identification,

spectre, morphologie, grain, allure et espace/référence. Les critères contenus dans les catégories de spectre, de morphologie, de grain et d'allure sont directement dérivés des critères typo-morphologiques de Pierre Schaeffer<sup>9</sup>. Pour la catégorie d'espace/référence, les recherches de Murray Schafer<sup>10</sup> et de Denis Smalley<sup>11</sup> m'ont apporté beaucoup d'éléments. Ces critères ont été choisis intuitivement en fonction des éléments qui me semblaient les plus saillants dans l'œuvre. J'ai donc opéré une approche *top-down* – de la forme vers le choix des critères – pour pouvoir la compléter par la démarche inverse – *bottom-up* – afin de retrouver les éléments perçus dans l'analyse des critères à l'aide d'une méthode distributionnelle. Cette analyse m'a aussi permis de remarquer certains éléments de la forme ou du matériau non perçus lors des premières écoutes. Elle a donc servi à la fois à confirmer des éléments perçus d'une manière intuitive mais aussi à orienter l'écoute sur des points précis.



**Exemple 3 :**  
les critères  
d'analyse des  
unités sonores

La fiche de description des unités sonores, réalisée sur Excel, est élaborée comme un formulaire. Il suffit de remplir les champs, de cocher les cases ou de choisir parmi les menus à choix multiples les différentes valeurs pour chacun des critères mis en place. Après l'enregistrement de chacune des fiches, on obtient une grille contenant toutes les valeurs de chaque unité sonore. Dans ma programmation, Excel réalise automatiquement un certain

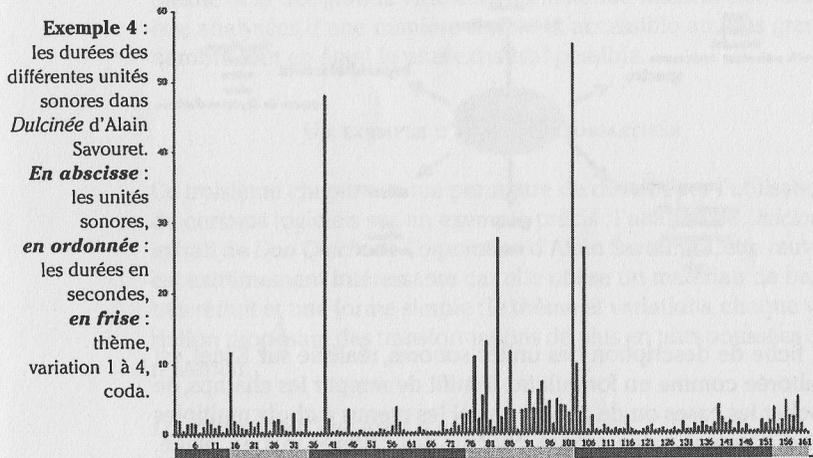
nombre de calculs dont celui des moyennes et variances sur certains critères pour chaque unité sonore ou le calcul des itérations par type de son.

### L'analyse des résultats

J'ai commencé par analyser les 27 critères des 161 unités sonores répertoriées dans cette pièce de 4'11". Quatre idées transversales permettent d'analyser ces graphiques : le plan formel, l'orientation référentielle, l'utilisation de l'espace, l'évolution morphologique des unités sonores.

**Le plan formel** – L'exemple 4 représente les durées des 161 unités sonores en secondes. J'ai ajouté au-dessous une frise indiquant la forme qui ressort évidemment au niveau de la perception. Remarquez la relation entre les différentes parties perceptibles à l'écoute et les durées des sons :

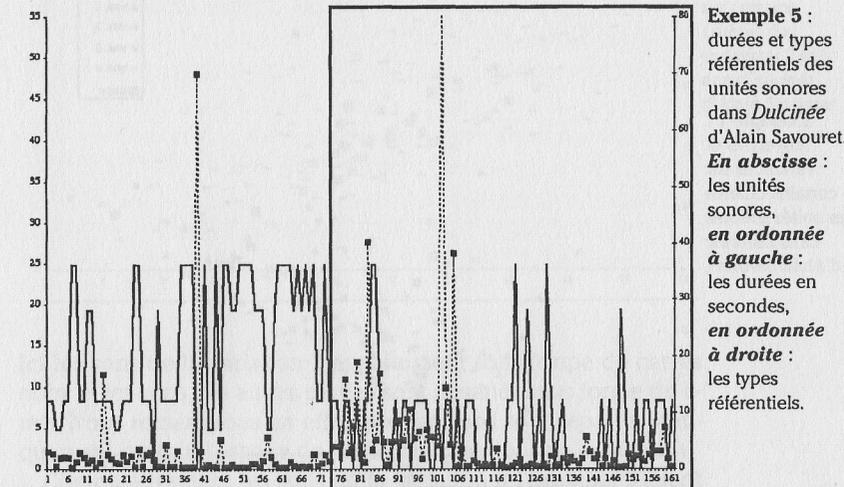
- dans la variation 2, les sons sont courts ;
- c'est l'inverse dans la variation 3 ;
- la variation 4 commence par un son très long (le plus long de la pièce) et se rapproche, dans l'ensemble, de la première variation ;
- la coda exploite des sons un peu plus long.



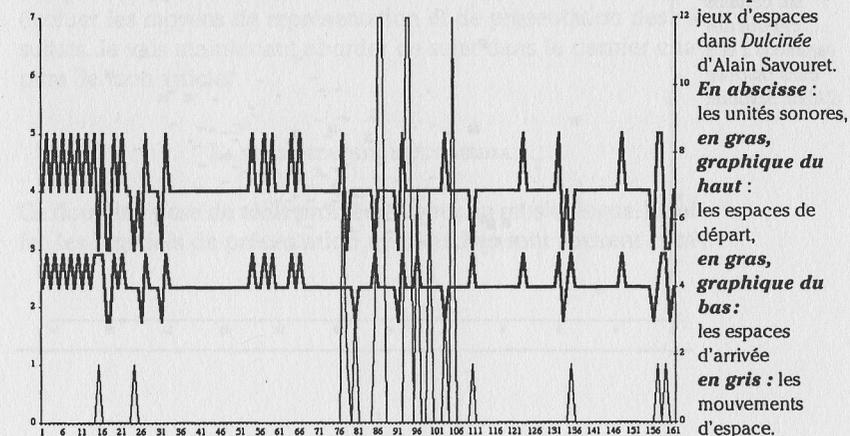
**L'orientation référentielle** – Dans la lignée du graphique précédent, j'ai associé les durées (en pointillés) aux types référen-

tiels (en trait). Cette dernière catégorie comprend 5 types (0=origine inconnue, 7=animaux (le poulailler), 12=voix (les 4 syllabes à, Dul, ci, née), 30=machine (le marteau piqueur<sup>12</sup>), 36=trompe)

Cet ensemble de nombres correspond à la liste de références disponible dans ma fiche de critères. Nous pouvons donc observer, dans l'exemple 5, la segmentation formelle en deux parties en montrant la concentration sur les sons inconnus, d'animaux et de voix dans la seconde partie.

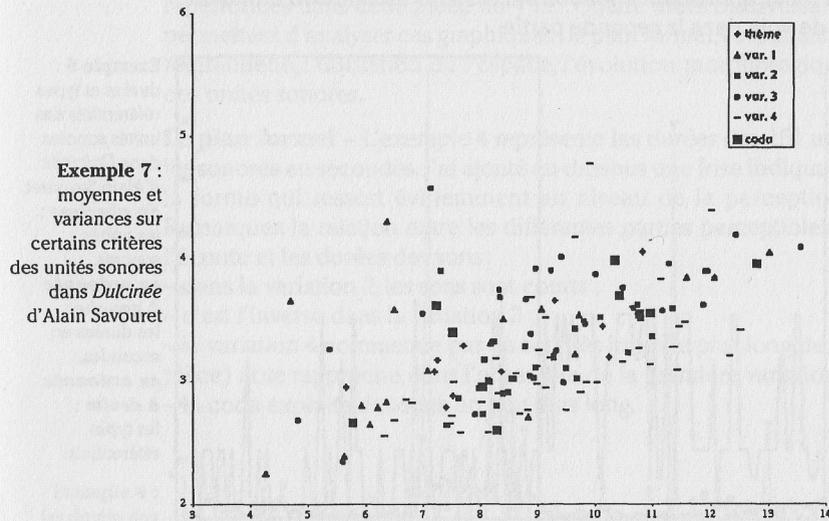


**L'utilisation de l'espace** – Si nous observons l'utilisation de l'espace dans cette œuvre (cf. exemple 6), nous pouvons la segmenter en quatre parties : les jeux d'espaces avec très peu de mouvement sont employés dans la première partie ; la seconde partie est en fait très peu spatiale, la troisième basée sur les mouvements au sein même des unités sonores et la quatrième partie alterne mouvement et jeux d'espaces.

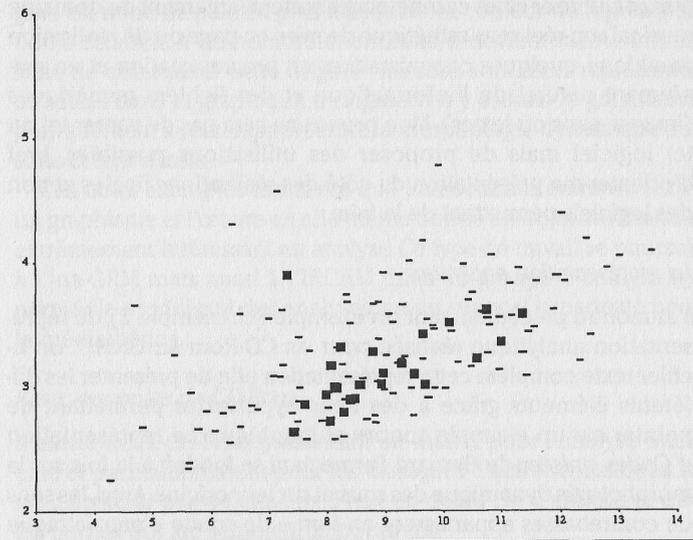
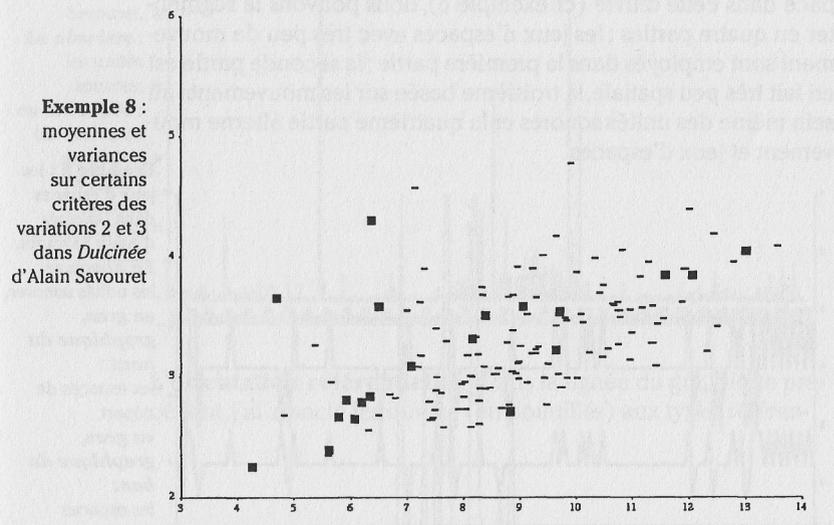


Ces quatre parties correspondent exactement à des changements de variation sauf pour la quatrième variation.

**L'évolution morphologique des différentes unités sonores**— L'exemple 7 nous montre la représentation des moyennes et variances sur certains critères. La morphologie des unités sonores évolue différemment en fonction des variations.



En isolant les variations 2 et 3 voici ce que j'ai obtenu :



Ici les sons de la variation 2 apparaissent sous forme de carrés noirs et les sons des autres parties sont dessinés sous forme de tirets. Nous remarquons en effet que ces sons sont répartis pratiquement sur tout l'espace de l'ensemble des sons de la pièce.

Comparativement les sons de la variation 3 (exemple 9) sont très peu éloignés les uns des autres. Apparemment ce n'est pas une variation qui joue sur les différences de morphologies.

Je ne peux malheureusement pas présenter l'ensemble des résultats mais ces quelques graphiques permettent de comprendre comment l'informatique peut être une aide précieuse dans l'analyse de musiques électroacoustiques. Toutefois, ce type d'analyse reste finalement relativement *classique*. C'est l'alliance entre des analyses complexes et le multimédia qui va probablement faire évoluer les moyens de représentation et de présentation des résultats. Je vais maintenant aborder ce sujet dans le dernier chapitre de mon article.

#### LA PRÉSENTATION MULTIMÉDIA

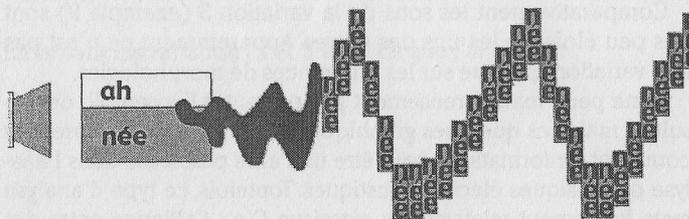
Ce domaine pose de réels problèmes pour un musicologue. En effet, les logiciels de présentation multimédias sont souvent com-

plexes à utiliser et les compétences sortent largement du domaine musical : un réel sens esthétique de mise en page ou de réalisation graphique, quelques connaissances en programmation et un maniement naturel de l'informatique et des fichiers numériques (images, sons ou textes). Mon propos ne sera pas de vanter tel ou tel logiciel mais de proposer des utilisations possibles, bref d'orienter ma présentation du côté des réalisations finales et non des logiciels permettant de le faire.

### La représentation analytique

J'ai montré précédemment un exemple (cf. exemple 2) de représentation analytique réalisée pour un CD-Rom au GRM<sup>13</sup>. Un fichier texte complète cette représentation afin de présenter les différents éléments grâce à des liens hypertextes permettant de pointer sur un exemple sonore et graphique. La représentation d'*Ondes croisées* de Bernard Parmegiani se fondait à la fois sur la morphologie dynamique des sons et sur leur origine. Ainsi, les sons de contrebasses apparaissent en forme de goutte d'eau (attaque molle et importante résonance) de couleur marron à l'origine (associée au bois de l'instrument). J'ai cherché dans ce travail à réaliser une représentation dont la compréhension serait la plus immédiate possible. Il n'y a pas besoin de légende pour comprendre l'analogie entre les sons, leur forme et leur couleur.

Exemple 10 :  
représentation  
de *Dulcinée*  
d'Alain  
Savouret



Mais un autre axe d'analyse aurait donné une autre représentation. Dans le même CD-Rom, j'ai réalisé la représentation de *Dulcinée* d'Alain Savouret (cf. exemple 10) dont je viens de vous montrer quelques éléments d'analyse. Je me suis ici attaché à représenter d'une part les jeux d'espaces – l'axe vertical correspond à l'axe droite/gauche – et d'autre part les transformations du matériau sonore de base (7 éléments). Au fur et à mesure que la pièce avance, ces matériaux sont de plus en plus transformés, leur ori-

gine est donc de plus en plus masquée : la couleur de représentation s'éclaircit. A de nombreux endroits, il devient même impossible de déterminer cette origine : les sons sont alors représentés en violet dans le graphique d'origine. Il n'y a, dans le graphisme, pratiquement aucun rapport entre la morphologie dynamique des sons et leur dessin.

Ces deux exemples montrent que l'association entre un texte, un graphisme et l'œuvre en elle-même donne un objet multimédia extrêmement intéressant en analyse. Ce type de travail se poursuit à l'Ina-GRM mais aussi à l'IRCAM dans un groupe d'analyse hypertexte produisant des analyses sur un support hypertexte pour la médiathèque.

### Deux exemples de CD-Rom

Il existe deux CD-Rom présentant un intérêt pour l'analyse musicale et particulièrement pour les musiques électroacoustiques. Je ne discuterai pas de chacun d'eux en détail ; je n'aborderai que les parties qui me semblent importantes.

Le premier est évidemment celui de l'Ina-GRM<sup>14</sup>. Etant donné que j'ai montré plusieurs exemples extraits de cet ouvrage, je ne ferai que rajouter une remarque : son intérêt pédagogique évident réside dans la multiplication des analyses et des représentations pour chacune des 6 œuvres analysées.

Le deuxième est paru en même temps et dans la même collection : *Dix jeux d'écoutes*<sup>15</sup>. C'est aussi un CD-Rom pédagogique réalisé par Jacopo Baboni Schilingi et Jean-François Rey sous la direction de Marie-Hélène Serra et destiné à faire découvrir les propriétés du sonore (acoustique et électroacoustique) aux néophytes. Son côté ludique en fait évidemment un outil très intéressant pour les enseignants du primaire et du secondaire. Toutefois, au-delà cela, il propose des associations très bien réalisées entre le son et ses représentations physiques (sonagramme). Les dix tableaux permettent d'aborder un élément du domaine du sonore (spectre, espace, transformations, etc.).

Signalons aussi deux autres CD-Rom axés sur la musique instrumentale : celui d'Anne Aubert<sup>16</sup> et celui de Kaija Saariaho<sup>17</sup>. Dans le premier, l'auteur analyse un certain nombre d'œuvres de Bach à Ligeti avec un souci de clarté et un merveilleux sens du graphisme qui, associé au son, permet d'aller très loin dans l'analyse. Dans le second, Kaija Saariaho propose de construire soi-même une œuvre en associant de nombreuses cellules déjà écrites pour

flûte et violoncelle. La représentation se fait sous la forme d'une partition, d'un sonagramme ou d'une courbe de dynamique. Le fait de pouvoir soi-même *mettre la main à la pâte* pousse à percevoir les cellules écrites différemment, à aller plus loin dans leur compréhension en testant des associations ou tout simplement en les écoutant plusieurs fois.

## CONCLUSION

Voici, dans ces quelques pages, un aperçu de ce que peut donner le mariage entre l'analyse musicale et le multimédia. Loin d'être une simple association pour des besoins de publication, le multimédia propose réellement de nouveaux outils de présentations utiles et particulièrement adaptés au cas de la musique électroacoustique. Le visuel aide à percevoir plus en détail, à mieux comprendre le sonore et le musical. Il me semble évident que l'avenir de l'analyse des musiques électroacoustiques se situera dans le multimédia en ligne<sup>18</sup> ou sur support CD-Rom et bientôt DVD-Rom.

## RÉFÉRENCES

Collectif, « Dictionnaire des arts médiatiques », in <http://www.comm.uqam.ca/~GRAM/intro.html>, Groupe de recherche en arts médiatiques – UQAM, 01/05/2001.

Collectif, « Great Moments In Multimedia History », in [http://home.earthlink.net/~atomic\\_rom/moments.htm](http://home.earthlink.net/~atomic_rom/moments.htm), 01/05/2001.

BATTIER Marc, « Eléments d'informatique musicale », Paris, Ircam-Centre Acanthes, 1988, conférence inédite.

BENT Ian, DRABKIN W., *L'analyse musicale. Histoire et méthodes*, Paris, Main-d'Œuvre, 1998, 306 pp.

COUPRIE Pierre, « Three analysis models for L'oiseau moqueur, one of the Trois rêves d'oiseau by François Bayle », *Organised Sound*, vol. 4, n° 1, Cambridge, Cambridge University Press, avril 1999, pp. 3-14.

COUPRIE Pierre, *La terminologie du genre électroacoustique*, Mémoire de DEA sous la direction de J.Y.Bosseur, Université de Paris IV-Sorbonne, 1998, 114 pp.

COUPRIE Pierre, BATTIER, Marc, « L'Acousmographe : un outil pour l'analyse informatique de documents sonores », *Les cahiers de l'O.M.F.*, n°4, Paris, Université de Paris IV-Sorbonne, 2001, pp. 59-63.

DELANDE François, « L'analyse des musiques électroacoustique », *Musique en jeu*, n°8, 1972, Seuil, Paris, pp.50-56.

DELANDE François, « Music Analysis and Reception Behaviours: Sommeil by Pierre Henry », *Journal of New Music Research*, vol. 27, n°1-2, Lisse, Dirk Moelants, juin 1998, pp.13-66.

SCHAEFFER Pierre, *Traité des objets musicaux*, Paris, Seuil, Pierres Vives, 2/1977, 712 pp.

SCHAFER Murray, *Le paysage sonore*, Paris, J.C.Lattès, Musiques et Musiciens, 1979, 391 pp.

SMALLEY Denis, « Spectro-morphology and Structuring Processes », in EMMERSON Simon, *The Language of Electroacoustic Music*, Londres, The Macmillan Press LTD, 1986, pp. 61-93

## NOTES

1. Trois CD-Rom sont incontournables :

AUBERT Anne, *Promenade en musique La musique de chambre*, Paris, 1998, Syrinx, CD-Rom Mac et PC.

Collectif, *La musique électroacoustique*, Paris, Hyptique/Ina-GRM, 2000, CD-Rom Mac et PC.

Collectif, *10 jeux d'écoutes*, Paris, Hyptique/IRCAM, 2000, CD-Rom Mac et PC.

2. Sitons notamment ceux de l'Ina-GRM (le groupe d'analyse multimédia conduit par François Delalande) et de l'IRCAM (le groupe d'analyse hypermédia sous la direction de Andrew Gerzso).

3. Le terme multimédia a été employé pour la première fois par Stanley Gibb, en 1973. Il désigne des œuvres combinant plusieurs médias (images, sons, texte, etc.)

4. Le multimédia n'utilise pas forcément l'informatique ; les médias peuvent être des films, des diapositives, des bandes magnétiques, etc.

5. Collectif, « Dictionnaire des arts médiatiques », in <http://www.comm.uqam.ca/~GRAM/intro.html>, Groupe de recherche en arts médiatiques – UQAM, 01/05/2001.
6. L'Acousmographe est un logiciel développé à l'Ina-GRM et fonctionnant sur plate-forme Mac ou PC.
7. Tous les exemples de cet article étaient à l'origine en couleurs ; je m'excuse donc de la qualité médiocre de certains due à la reproduction en noir et blanc.
8. COUPRIE Pierre, « Analyse d'Onde croisée de Bernard Parmegiani », *La musique électroacoustique*, Paris, Hyptique/Ina-GRM, 2000, CD-Rom Mac et PC.
9. SCHAEFFER Pierre, *Traité des objets musicaux*, Paris, Seuil, Pierres Vives, 2/1977, 712 pp.
10. SCHAFER Murray, *Le paysage sonore*, Paris, J.C. Lattès, Musiques et Musiciens, 1979, 391 pp.
11. SMALLEY Denis, « Spectro-morphology and Structuring Processes », in EMERSON Simon, *The Language of Electroacoustic Music*, Londres, The Macmillan Press LTD, 1986, pp. 61-93.
12. C'est en réalité un son de cheval, mais je ne l'ai appris d'Alain Savouret que récemment. Toutefois, ceci ne change absolument rien à l'analyse.
13. Collectif, *La musique électroacoustique*, Paris, Hyptique/Ina-GRM, 2000, CD-Rom Mac et PC.
14. Collectif, *La musique électroacoustique*, Paris, Hyptique/Ina-GRM, 2000, CD-Rom Mac et PC.
15. Collectif, *10 jeux d'écoutes*, Paris, Hyptique/IRCAM, 2000, CD-Rom Mac et PC.
16. AUBERT Anne, *Promenade en musique La musique de chambre*, Paris, 1998, Syrinx, CD-Rom Mac et PC.
17. SAARIAHO Kaija, *Prisma*, Helsinki, Werner Söderström Corporation/IRCAM/Chester Music/Finnish Music Information Centre, 1999, CD-Rom Mac et PC.
18. Les sites présentant des analyses en ligne sont encore limités par le temps de chargement qui exclut presque complètement les fichiers sons.