

Dessin 3 D et système immersif pour la représentation de la musique électroacoustique

Pierre Couprie

MINT Paris 4 - Sorbonne (France)

MTI De Montfort University - Leicester (UK)

couprie.pierre@free.fr

Résumé

La 3D et les environnements immersifs sont deux technologies qui envahissent l'informatique à travers le domaine des jeux depuis seulement quelques années. Particulièrement adaptés à ceux-ci, puisque leur objectif est de recréer des situations de réalité pour immerger le joueur dans un monde virtuel, ils pourraient apporter à la musique électroacoustique des interfaces de représentations plus adaptées aux travaux pédagogiques mais aussi, par exemple, de permettre au compositeur d'intervenir directement sur son œuvre pendant la création. Ainsi, de telles interfaces placeraient les techniques de représentations graphiques, non plus comme de simple illustration d'une analyse ou d'une diffusion mais, directement au sein des processus de création et de diffusion de l'œuvre.

Introduction

Cette article est dans la droite ligne des présentations faites lors des EMS précédents. En 2003, je m'étais particulièrement intéressé aux différentes méthodes de représentation, comment transcrire le sonore en visuel ? comment rendre une analyse plus facilement lisible par un public non spécialiste ? 2003 fut aussi l'expérimentation de la représentation de l'espace en 3D avec François Delalande et Daniel Lequette. A Montréal en 2005, j'avais tenté de montrer comment la représentation graphique pouvait être un outil idéal pour l'analyse des musiques électroacoustiques.

Ces présentations révèlent les particularités de ma recherche. Loin des sentiers battus, j'explore un domaine dans lequel les acteurs sont trop peu nombreux... en effet, le "barbouillage" graphique fait beaucoup moins

sérieux que le travail sur des méthodes "sérieuses" plus "scientifiques". Toutefois, les quelques succès des représentations analytiques présentées dans des publications comme le CD-ROM *La musique électroacoustique* ou les *Portraits Polychromes*¹ montrent à quelle point cette activité est utile à la transmission de la musique électroacoustique.

Mes objectifs sont avant tout de rendre cette musique plus compréhensible au plus grand nombre. La représentation graphique permet de guider l'écoute, d'apporter une meilleure perception des morphologies et des structures d'une œuvre. Cet objectif didactique est pour moi essentiel : comment produire de la recherche pour un public extrêmement réduit ? Avec la représentation graphique, il est facile de toucher un vaste public de non spécialiste, d'enfants ou d'adultes en général peu motivés par la musique contemporaine.

L'expérience réalisée en 2003 avec François Delalande et Daniel Lequette avait été un échec. En effet, les résultats montraient assez clairement l'impossibilité de retrouver dans une représentation en 3D les qualités de la représentation en 2D. De plus, de nombreux problèmes de représentation se sont posés, problèmes que l'on a fait que toucher du bout des doigts sans trouver de réelles solutions.

Le point de départ de ce nouvel essai consiste en une simple réflexion : la représentation graphique en 2D est désormais suffisamment efficace, le support 2D convient à merveille à cet exercice, la 3D ne peut la remplacer mais plutôt proposer de nouvelles modalités. De plus les technologies numériques multimédias ont fait un véritable bon depuis 4 ans, il est

¹ <http://www.ina.fr/grm/acousmaline/polychromes/>.

désormais beaucoup plus facile d’imaginer des outils intégrant la troisième dimension.

Première proposition : intégrer la représentation de l’espace dans la représentation graphique

Il est assez remarquable de constater que la représentation graphique s’est, jusqu’à présent,

assez peu intéressée à l’espace, paramètre bien souvent essentiel.

Les représentations graphiques traditionnelles suivent un modèle de type fenêtre synoptique-fenêtre temporelle (figure 1) : le temps se déroule de gauche à droite, la fenêtre inférieure représente le fichier dans en entier tandis que la fenêtre supérieure ne représente qu’une fraction temporelle de l’ensemble.

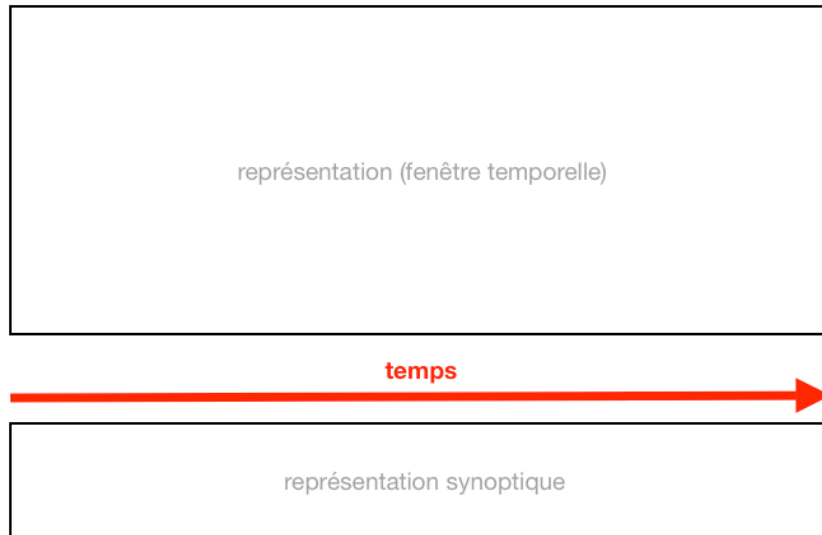


Figure 1 : configuration “fenêtre synoptique - fenêtre temporelle”

Ce type de représentation s’accompagne souvent des options graphiques de la figure 2. Les dimensions horizontale et verticale permettent de rendre la morphologie et la hauteur approximative des sons, la couleur ou

la texture s’attache quant à elles à révéler des paramètres sonores tels que le type de son, le grain, l’allure, etc.

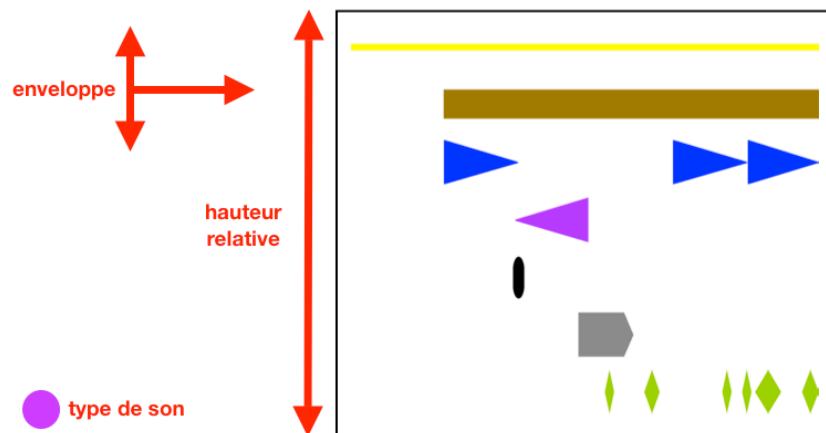


Figure 2 : les options graphiques

L’espace est bien souvent peu présent dans ce type de représentation. Les quelques

expériences que j’ai mené dans ce domaine m’ont permis de reproduire des configurations

assez peu satisfaisantes. Globalement, il existe deux types de représentation du panoramique. La figure 3 montre une représentation verticale. Elle n'est absolument pas intuitive et nécessite un certain degré d'abstraction (une rotation du plan de l'écoute) qui, pour moi, ne correspond pas aux objectifs que doit avoir une représentation. La figure 4 est déjà beaucoup plus intéressante. Ici, c'est la couleur qui révèle

les mouvements de panoramique, elle n'associe pas une des dimensions graphiques à l'espace, les laissant ainsi libres pour représenter d'autres paramètres sonores ou musicaux.

Notons que, dans ces représentations, l'espace est réduit au panoramique, ce qui n'est absolument pas représentatif de la musique électroacoustique.

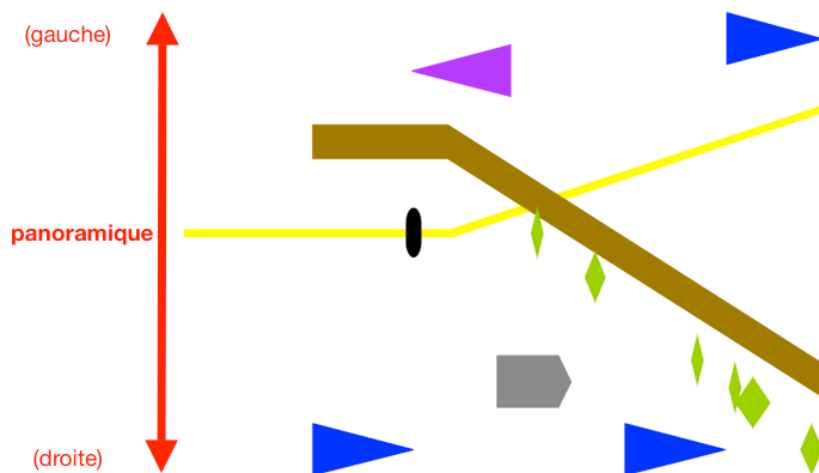


Figure 3 : le panoramique représenté verticalement

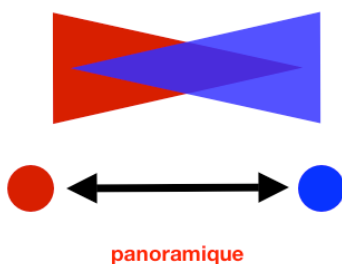


Figure 4 : le panoramique représenté en couleur

Constats

A partir de ces premiers exemples, on peut faire deux constats.

Le premier est que la représentation de l'espace n'est pas satisfaisante. Autant il est aisé de créer un lien direct entre l'évolution temporelle d'un son et une forme graphique, autant il est difficile d'associer l'espace à une dimension graphique ou à une qualité visuelle.

Le second constat est plutôt celui de quelqu'un qui passe beaucoup de temps sur ces représentations. Or bien souvent, il faut s'y reprendre à plusieurs fois, faire plusieurs essais avant de trouver le meilleur moyen de

représenter ses idées analytiques. Il y a une très forte déperdition dans le stockage des données : on fait une première représentation, elle ne convient pas, on recommence à zéro, etc. le codage qui a été fait pour la première n'est pas récupérable, bref, on perd beaucoup de temps.

Voyons maintenant comment remédier à ces problèmes.

Intégrer la 3D

L'espace dans la musique électroacoustique ne se limite pas à des mouvements du son entre la gauche et la droite. L'espace est aussi rendu par la notion de profondeur (avec ou sans

réverbération) mais aussi par la notion de mouvement, de figure d'espace... bref, l'espace est une composante très complexe de cette musique.

L'intégration de la 3D permet non seulement de gagner une dimension de représentation supplémentaire mais aussi de créer une relation entre une dimension de profondeur graphique et un éloignement sonore. Ainsi, il est plus facile de rendre graphiquement des impressions d'éloignement ou de mouvements.

Le premier type de représentation qui vient à l'esprit consiste à utiliser une boîte rectangulaire (figure 5) dans laquelle les sons

apparaissent au fur et à mesure. Dans cette configuration, les sons restent présents même lorsqu'ils ne sont pas entendus en étant grisés. Car un des principaux problèmes de la représentation en 3D est la présence d'une fenêtre temporelle. Dans la représentation traditionnelle, on a toujours sous les yeux les sons qui viennent d'être entendus et ceux qui vont être entendus, c'est une des grandes richesses que l'on perd dans la représentation en 3D. On peut toutefois la récupérer en faisant apparaître en grisé les sons avant et après leur écoute durant une fenêtre temporelle pouvant être ajustée en fonction de la densité des événements.

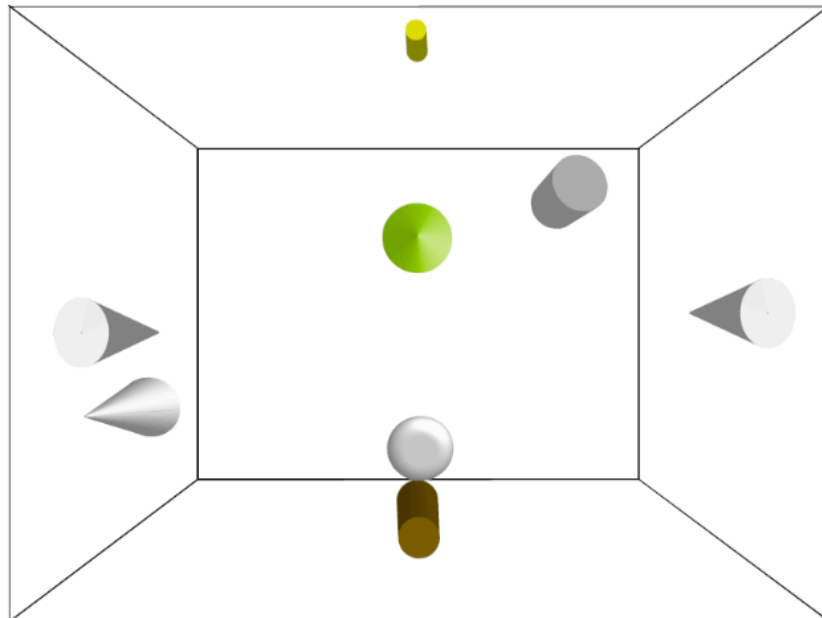


Figure 5 : un premier modèle de représentation en 3D

Dans la figure 6, le temps se déroule dans la dimension de profondeur, les sons apparaissent depuis le fond pour disparaître au premier plan. Cette représentation présente une complexité

supplémentaire par le fait qu'elle soit animée. Toutefois, elle permet de mieux rendre les mouvements et les figures d'espace.

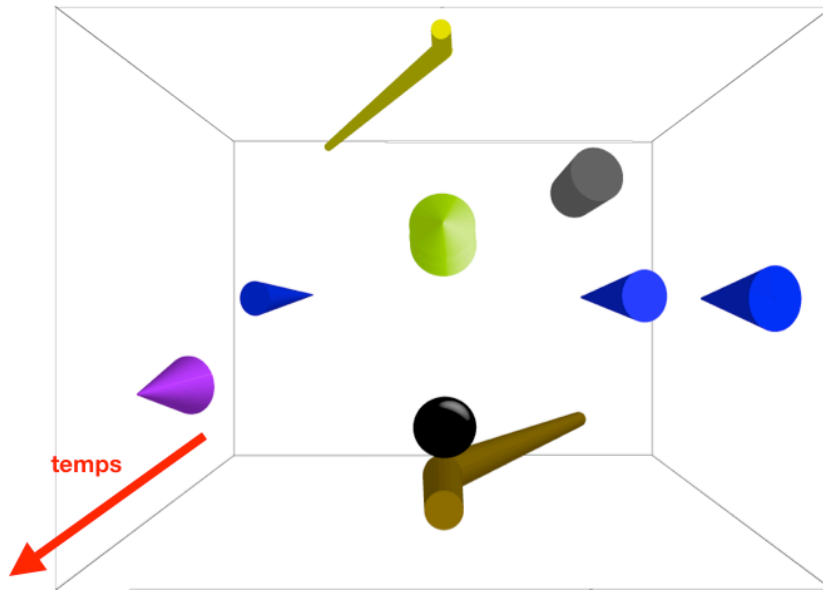


Figure 6 : une représentation en 3D animée

Coder les données d'analyse

Le codage des données d'analyse consiste à passer par une étape supplémentaire lors de la représentation. Plutôt que de représenter directement à partir ou pendant l'analyse (figure 7 haut), il suffit de coder ce que l'on va représenter (figure 7 bas). Le codage pourra

ensuite être décliné en autant de types de graphiques que l'on veut. On peut ainsi faire des essais de représentations sans perdre le travail, en ré-utilisant d'une manière différente ce qui a déjà été fait.

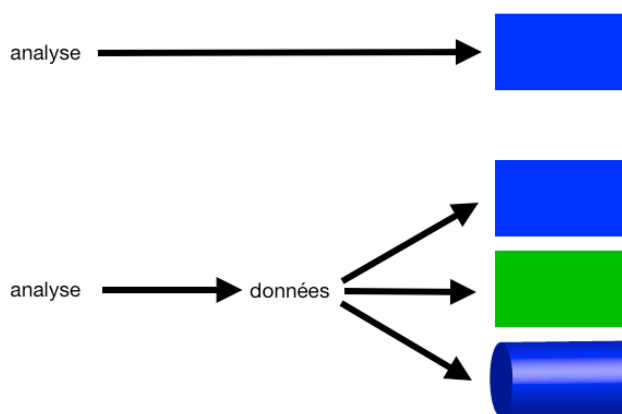


Figure 7 : le codage des données

On peut aussi proposer, à partir d'un seul et même codage, des représentations différentes (figure 8). Chaque graphique révèle un

plusieurs paramètres sonores. L'ensemble, sous la forme d'une carte, révèle alors la multiplicité des structures et des parcours d'écoute.

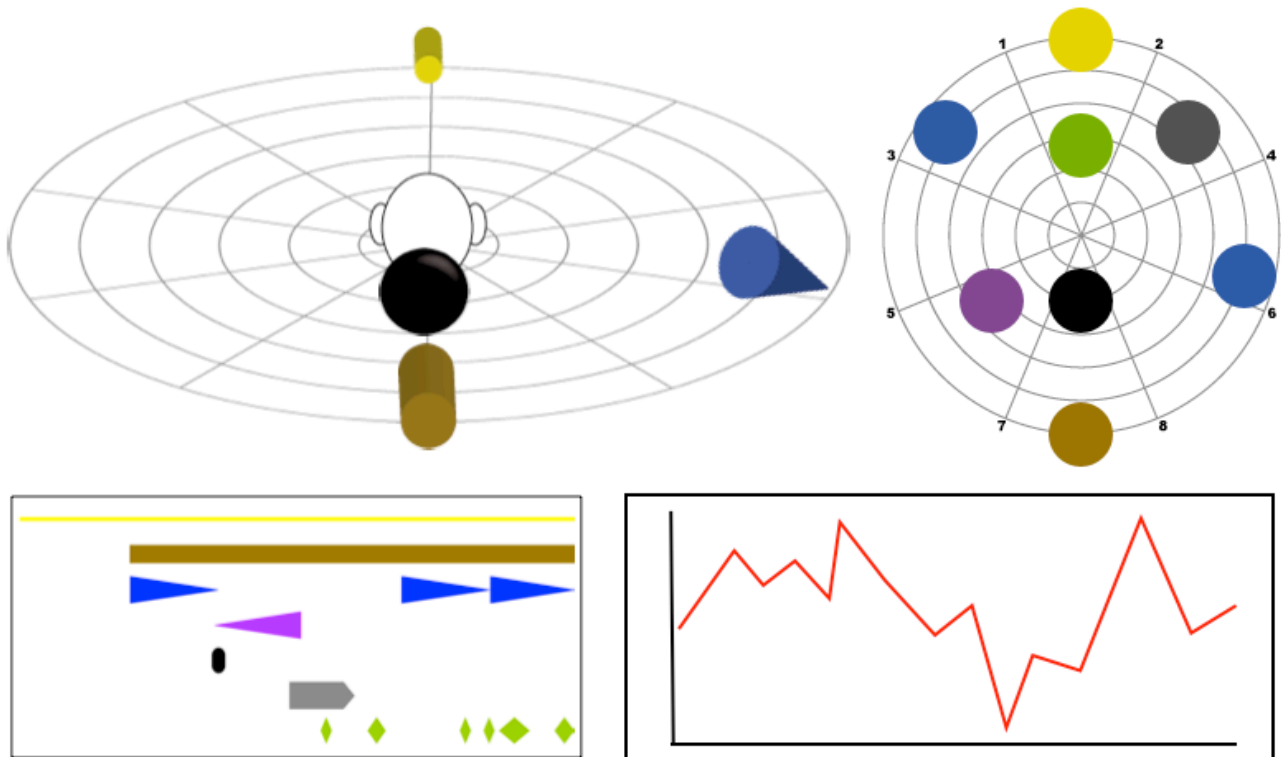


Figure 8 : plusieurs représentations d'un même extrait musical

Ce type de méthode sera probablement une aide précieuse dans le cas de la représentation de l'espace. En effet l'espace est bien souvent le résultat de plusieurs caractéristiques sonores et musicale : l'ajout simple de réverbération n'est pas la seule possibilité pour rendre un effet d'espace (c'est même la plus rare car trop peu intéressante musicalement). L'espace est généralement la combinaison de plusieurs paramètres qu'il est souvent difficile de représenter. Les représentations multiples permettent de donner des éclairages différents autour d'un même phénomène sonore.

Le codage des données peut aussi être facilité par la possibilité d'importer des données depuis les logiciels avec lesquels travaillent les compositeurs. Par exemple, le logiciel Protools exporte la liste de l'ensemble des sons et des

régions utilisés dans un mixage (figure 9). On imagine les possibilités d'un Acousmographe² qui pourrait importer ce type de liste et l'afficher directement sur un de ces calques, par exemple, sous la forme de marqueurs.

```

SESSION NAME:   essai05c-ST
SAMPLE RATE:   48000.000000
BIT DEPTH:     24-bit
TIME CODE FORMAT: 30 Frame
# OF AUDIO TRACKS: 19
# OF AUDIO REGIONS: 186
# OF AUDIO FILES: 61

FILES IN SESSION
Filename      Location
Audio_1_05.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
plocFreeze1.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
plocFreeze2.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
plocFreeze3.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
plocFreeze4.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
plocFreeze5.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
Fade db!VeejkaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade wLmYe5nKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade AnRye8nKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade nb#Ye8nKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade SJaZeCoKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade EJ9af4KaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade KgebfeLKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade f5tbfCLKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade 2TBbfDLKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade xLPbfALKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade zSWbfmLKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade FR6bfCMKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade IzbcfOMKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade yVmf4MKaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Audio_2_02.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
Fade YzvgmQMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade x7Lsg0QMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade zVZsgaRMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade D0gtgCRMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade u9wtg4RMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade spcugaTMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade wRuugTMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade skLug4TMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade 804uygUMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade AGpvg8UMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade ctTMgKLMaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade 7E!WhuffPaiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade 0FwlbWYbiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
Fade hodmb4MYbiSk.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Fade Files:
37 On The Platform In The Metro.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
37 On The Platform In The Metro.R.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
gare du nord 2-7eqa_01.L.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:
gare du nord 2-7eqa_01.R.wav HDint-G5Q2:Users:user:compositeur:Sessions Protocols:STEREO:essai05c-ST:Audio Files:

```

Figure 9 : extrait de la liste des régions d'un fichier Protools

Seconde proposition : intégrer l'interaction dans la représentation graphique

Lorsque l'on pense 3D, on imagine immédiatement les jeux de type immersifs comme les *Sims* ou *Second Life* qui sont apparus ces dernières années. Ces jeux proposent un univers totalement virtuel en 3D dans lequel le joueur se déplace sous la forme d'un avatar graphique qui le représente. Cet univers est interactif car non seulement il réagit aux actions de l'utilisateur mais en plus, dans le cas de *Second Life*, ce sont d'autres utilisateurs qui réagissent à nos propre action.

Pourquoi ne pas imaginer un logiciel de représentation graphique interactif possédant les qualités que je viens de développé dans la première partie ? En récupérant les voies de mixage et le listing des régions du logiciel du compositeur, il serait assez simple de proposer des représentations dans lesquelles l'utilisateur pourrait modifier son parcours d'écoute, voire modifier les sons eux-mêmes.

Quel est l'intérêt d'une telle démarche ? Je reste persuadé que, permettre à un auditeur de démonter une œuvre, d'en modifier ses caractéristiques, voire de la recomposer est la méthode la plus sûr pour transmettre une analyse musicale.

² Logiciel d'aide à l'analyse et la représentation de la musique électroacoustique, disponible gratuitement sur : http://www.ina.fr/grm/outils_dev/acousmographe/.

Les figures suivantes représentent une écoute en multiphonie (au moins 4 haut-parleurs autour de l'auditeur) pouvant être rendue par un codage binaural.

La figure 10 montre une interface dans laquelle l'utilisateur peut supprimer certains sons afin de se concentrer sur les autres sons. Filtrer ainsi le discours musicale permet de mieux en comprendre ces différentes parties.

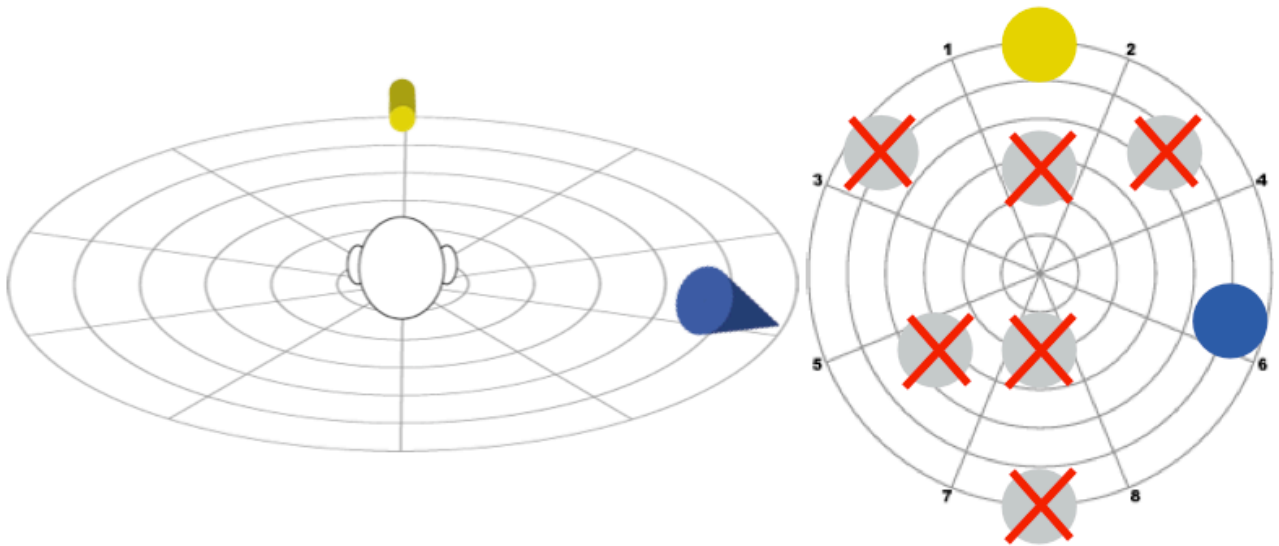


Figure 10 : représentation interactive : choix des sons à écouter

Dans la figure 11, l'utilisateur peut modifier son angle d'écoute. varier l'écoute permet de

tourner autour de l'œuvre afin d'en découvrir progressivement ces différentes facettes.

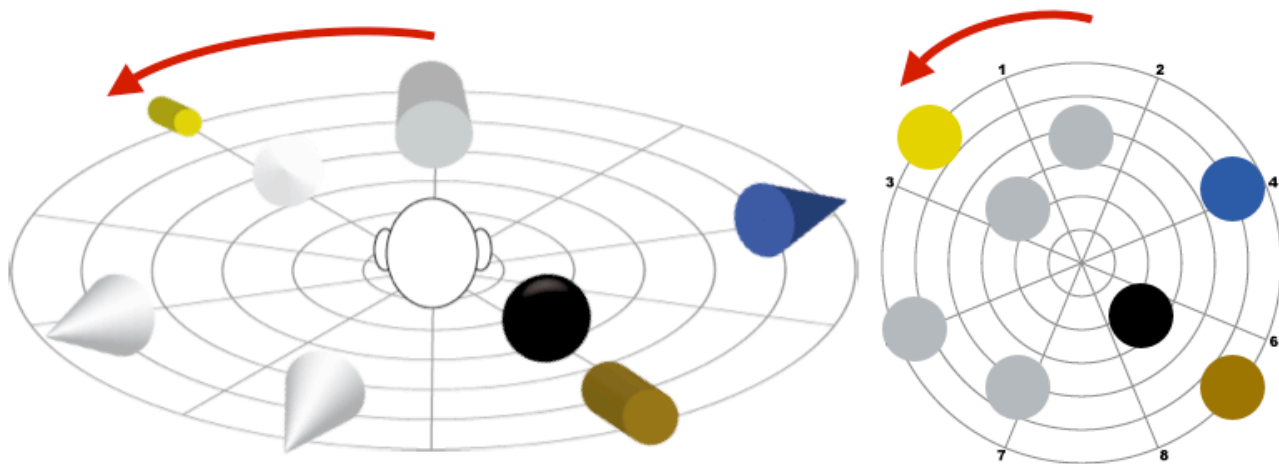


Figure 11 : représentation interactive : rotation de l'espace d'écoute

Enfin, dans la figure 12, l'auditeur peut déconstruire l'œuvre en créant son propre parcours sonore. Cette option serait particulièrement intéressante dans le cas des paysages sonores.

Cette deuxième possibilité pourrait aussi être utile au compositeur lors de la diffusion de son œuvre. Modifier un parcours d'écoute idéal ou infléchir une zone d'espace en créant des plis ou des déformations serait peut être une méthode de diffusion intéressante.

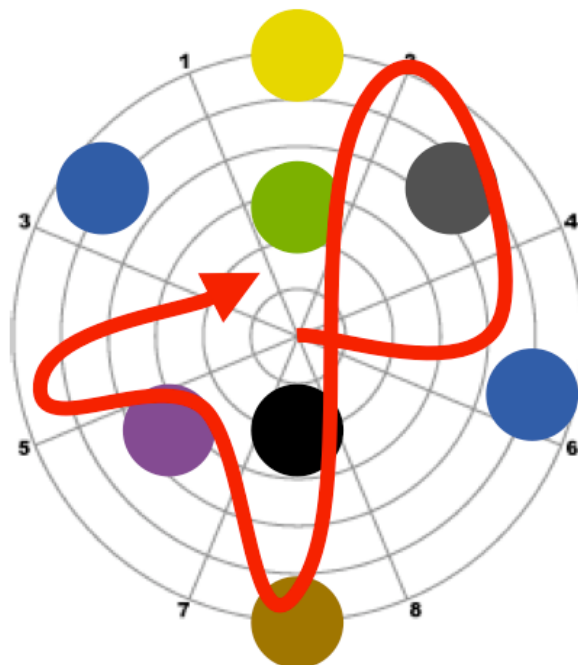


Figure 12 : représentation interactive : création d'un parcours d'écoute dans l'œuvre

Mais ce ne sont que quelques propositions permettant d'intégrer l'interactivité à la représentation graphique.

Conclusion

Je pense avoir démontré dans cet article qu'il existe de nombreuses possibilités permettant de faire progresser la représentation graphique analytique. Les technologies multimédia n'en sont qu'à leurs balbutiements, les prochaines années seront probablement très riches en opportunités.

Références

Collectif, *La musique électroacoustique*, CD-ROM, Paris, Hyptique/INA-GRM, 2000.

Collectif, *Les portraits polychromes*, Paris, INA-GRM, articles en ligne sur : <http://www.ina.fr/grm/acousmaline/polychromes/>

Battier Marc, Couprie Pierre, « L'acousmographe : un outil pour l'analyse informatique de documents sonores », *Les cahiers de l'OMF*, n° 4, Paris, Université de Paris-Sorbonne, 1999, pp. 59-63.

Couprie Pierre, « La représentation graphique des musiques électroacoustiques *Analyse multimédia interactive du son et des musiques*, Ina-GRM, 2001, exposé en ligne sur http://www.ina.fr/grm/outils_dev/theorique/seminaire/index.fr.html

Couprie Pierre, « Analyse comparée des Trois rêves d'oiseau de François Bayle », *Demeter*, Université de Lille, 2003, article et représentations graphiques en ligne sur : <http://www.univ-lille3.fr/revues/demeter/>

Couprie Pierre, « Graphical representation : an analytical and publication toll for electroacoustic music », *Organised Sound*, vol. 9, n° 1, Cambridge, Cambridge University Press, 2004, pp. 109-113.

Couprie Pierre, « Analyse de Jukurpa - Quatre rêves », *Musimédiane*, n°1, Paris, SFAM, 2005, article en ligne sur <http://www.musimediane.com>

Coupré Pierre, « (Re)Presenting Electroacoustic Music », *Organised Sound*, Vol. 11, No. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 2006, pp. 119-124.

Coupré Pierre, « Three Analysis Model of *L'Oiseau moqueur* on of the *Trois rêves d'oiseau* by François Bayle », *Organised Sound*, vol. 4, n° 1, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, pp. 3-14.

Roy Stéphane, *L'analyse des musiques électroacoustiques : Modèles et propositions*, Paris, L'Harmattan, 2003.