

# Prolégomènes à la représentation analytique des musiques électroacoustiques

## Prologomena to the Analytical Representation of Electroacoustic Music

Pierre Couprie

Volume 25, Number 1, 2015

Contenir le sonore : les nouveaux profils de la notation

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1029475ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1029475ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

1183-1693 (print)

1488-9692 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Couprie, P. (2015). Prolégomènes à la représentation analytique des musiques électroacoustiques. *Circuit*, 25(1), 39–54. <https://doi.org/10.7202/1029475ar>

Article abstract

Based on the practice of transcription in the analysis of electroacoustic music, this article lays the foundation for a new form of musical representation. Starting at the very heart of musical analysis methodology, analytical representation allows us to construct a symbolic system within complex visualizations that represent a work's acoustic and musical properties. The system's modular and open character makes it a very flexible tool, both for analysis of existing works and for composition.

# Prolégomènes à la représentation analytique des musiques électroacoustiques

Pierre Couprie

L'analyse des musiques électroacoustiques se heurte systématiquement au problème de la transcription. Que ce soit dans le cas d'une œuvre acoustique ou d'une œuvre mixte, une partie ou l'ensemble de l'objet d'étude n'existe que sous la forme d'un enregistrement audio ou d'un dispositif technologique de génération ou de transformation du son. Même dans le cas d'une œuvre mixte, la partition ne peut être le seul support d'analyse. Un ensemble d'objets, souvent hétérogènes<sup>1</sup>, constitue le fait musical à analyser. La transcription apparaît alors comme le seul recours permettant de symboliser l'ensemble de ces objets qui serviront de base à l'analyse. Jean Molino<sup>2</sup> et Jean-Jacques Nattiez ont mis en évidence la nécessité de ce « *substitut symbolique* de l'événement sonore<sup>3</sup> ». Dans le cas de la musique électroacoustique, le substitut symbolique, généralement nommé transcription, semble avoir le même statut que la notation descriptive des musiques de tradition orale. Ainsi, chez François Delalande, la « transcription de repérage<sup>4</sup> » permet de représenter le résultat d'une segmentation en unités perceptives.

Une fois posée la nécessité d'une transcription, il s'agit de s'accorder sur le type de transcription dont l'étude des œuvres électroacoustiques a besoin. François Delalande propose deux types de transcription : la transcription morphologique ou « transcription gestaltiste de repérage<sup>5</sup> » et la transcription fonctionnaliste<sup>6</sup>. Si la première se contente de proposer une symbolisation des objets sonores en faisant abstraction de toute forme de signification<sup>7</sup>, la seconde, dans la lignée de la phonologie, s'attache à mettre en évidence les conduites de perception en symbolisant les traits pertinents relevés par chaque auditeur. Ces deux formes de transcription font référence à trois origines : les études phonologiques, la transcription descriptive utilisée en ethnomusicologie dans l'analyse des musiques de tradition orale et la

1. Voir Bossis, 2006, p. 108-111.

2. Voir Molino, 2009, p. 116.

3. Nattiez, 1987, p. 100.

4. Delalande, 2013, p. 16.

5. Delalande, 2003, p. 145.

6. Voir *ibid.*, p. 148.

7. Voir *ibid.*, p. 146.

8. Voir Dufourt, 1991, p. 280.

9. Voir Couprie, 2004.

typomorphologie schaefferienne. Cette pratique de la transcription semble adaptée à l'analyse de certaines œuvres acousmatiques ou de support, mais elle apparaît aussi limitée dans de nombreux autres cas. Hugues Dufourt<sup>8</sup> souligne la tendance de la création actuelle (au début des années 1990) à préférer les processus de transformation aux objets isolés et aux paramètres distincts. Cette tendance de la musique instrumentale trouve son origine dans le studio d'électroacoustique. Nous avons déjà souligné cette évolution dans l'analyse comparée des *Trois rêves d'oiseau* de François Bayle<sup>9</sup>. Entre les huit années qui séparent la création de la première et de la dernière pièce, le compositeur conquiert progressivement le domaine des objets excentriques, domaine inanalysable par excellence suivant la théorie schaefferienne. C'est ainsi que notre expérience et nos recherches sur les méthodes d'analyse en électroacoustique nous ont progressivement guidé vers une autre conception de la transcription. De l'usage du concept fermé et monolithique de la transcription à un niveau pré-analytique, nous préférons intégrer les multiples facettes de la représentation au cœur même du processus d'analyse.

### **De quoi la représentation est-elle le résultat ?**

La présentation de la transcription morphologique apparaît d'emblée comme une sorte de copie imparfaite de l'œuvre et se situe généralement dans une étape pré-analytique. Au contraire, les représentations que nous avons réalisées et qui sont souvent classées à tort dans cette catégorie sont le résultat d'une analyse minutieuse de l'œuvre et d'une interdépendance entre les pratiques de représentation et d'analyse. Les étapes analytiques qui ont mené à leurs réalisations peuvent être présentées ainsi :

1. écoutes minutieuses et répétées de l'œuvre à partir desquelles sont extraites les caractéristiques morphologiques, référentielles, fonctionnelles, gestuelles, structurelles, etc. qui nous semblaient les plus saillantes ;
2. analyse détaillée de ces caractéristiques en tentant d'isoler<sup>10</sup> les éléments organisés qui nous semblaient pertinents dans différentes dimensions (sons, complexes sonores, processus de transformation, références extramusicales, etc.) ;
3. choix d'une symbolique la plus intuitive possible afin d'éviter l'ajout d'une légende permettant de comprendre le code utilisé pour les formes, les couleurs, voire les textes ;
4. (conjointement à l'étape 3) réalisations de la représentation sur plusieurs couches. Cette étape est souvent fastidieuse, car elle nécessite plusieurs

10. Le mot *isoler* n'implique pas forcément une définition précise sur le plan temporel ou spectral. De nombreux objets analysés en électroacoustique ont des bordures floues.

tentatives afin de trouver la symbolisation la plus évidente. De plus, elle se fonde dans l'analyse musicale, elle est souvent empirique et permet de tester et de corriger les deux premières étapes, d'expérimenter des représentations de la structure et d'intégrer des concepts musicaux qui sont directement issus de cette expérimentation analytique de l'œuvre.

Notre pratique de la transcription morphologique est donc le résultat d'une analyse non pas morphologique dans laquelle l'objet sonore serait analysé dans la tradition schaefferienne en supprimant tout ce qui lui est externe, mais d'un ensemble de caractéristiques ou de traits qui semblent pertinents à l'analyste. Elle est donc le résultat d'une conduite d'écoute et d'un ensemble d'expérimentations analytiques. De plus, et nous y reviendrons plus loin, cette représentation est partie prenante de l'analyse et non une étape première de description qui lui est nécessaire ou une simple transcription de quelques traits saillants comme elle est pratiquée par de nombreux autres analystes.

### **De la transcription à la représentation analytique**

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la notion de transcription suggère l'idée de copie, de report d'une donnée sur un support particulier : elle reflète bien l'activité qui consiste à noter ce que l'on entend, que ce soit dans le cas des musiques de tradition orale ou des transcriptions de repérage de la musique électroacoustique. Afin d'englober l'ensemble des activités analytiques, nous proposons d'utiliser le terme *représentation* dans le sens de « rendre sensible (un objet absent ou un concept) au moyen d'une image, d'une figure, d'un signe<sup>11</sup> ». Cette définition permet d'inclure non seulement les divers objets graphiques servant à la transcription mais aussi l'ensemble des pratiques relatives à l'analyse musicale. La notion de représentation reflète ainsi plusieurs réalités, mais elle répond surtout aux différents objectifs que peut avoir l'analyse musicale. Car une analyse est toujours le résultat d'un ensemble de choix musicologiques, de l'usage de certaines technologies (ou non) et du choix d'un public visé. Nous pouvons analyser pour nous-mêmes – c'est une activité courante chez les compositeurs –, pour démontrer nos propos – c'est en général le cas des musicologues – ou dans une visée didactique. De même nos analyses sont le résultat de choix analytiques particuliers : que cherchons-nous à démontrer ou à présenter ? Enfin, et c'est souvent le cas dans l'analyse des musiques électroacoustiques, les analyses reflètent notre usage de certains logiciels. Ainsi la plupart des représentations sont réalisées suivant le modèle acousmographique<sup>12</sup>. Ce type de représentation est particulièrement bien adapté à la musique acousmatique, mais probablement pas à une grande partie de la création électroacoustique actuelle intégrant le

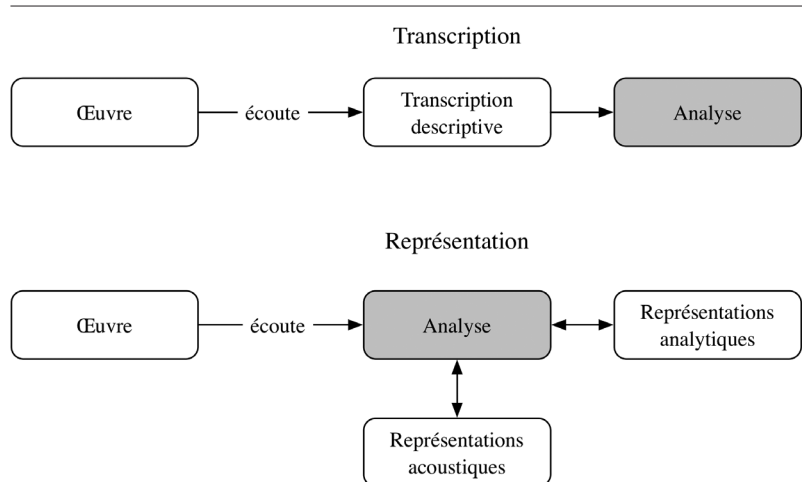
11. *Le Grand Robert de la langue française* (2013), version électronique. Voir : <[www.lerobert.com](http://www.lerobert.com)> (consulté le 2 mars 2015).

12. Le modèle acousmographique déroule le temps de la transcription de gauche à droite en utilisant l'espace vertical pour le repérage de la tessiture spectrale ou d'un aspect particulier de la conduite d'écoute, habituellement une catégorisation des sons.

multimédia, l'interactivité ou l'improvisation. De plus, elles ne permettent pas de prendre en compte des données d'analyses automatiques – comme les descripteurs audio sur lesquels nous reviendrons plus tard – ou des données dont le paramètre temporel est incertain, voire absent ou inutile sur le plan de l'analyse. Choisir un type de représentation et le logiciel qui permet de le réaliser n'est donc pas anodin et les techniques actuelles de représentation offrent de nombreuses possibilités.

Progressivement, nous voyons se dessiner une définition de la représentation bien plus complexe que la transcription de repérage ou la transcription fonctionnaliste. La figure 1 permet de comprendre plus précisément la manière dont nous concevons la représentation. Nous avons symbolisé la transcription telle qu'elle est décrite dans la première partie de cet article. Cette figure met en évidence les deux caractéristiques essentielles des représentations : d'une part, elles sont multiples, utilisées à différentes étapes de l'analyse et d'autre part, elles font partie intégrante du processus analytique. L'usage de la représentation est alors actif à toutes les étapes de l'analyse, ce n'est plus seulement un simple support graphique ou le relevé de différents résultats analytiques, elle permet d'expérimenter des segmentations, de rendre visible des liaisons diverses – paradigmatiques, syntagmatiques, fonctionnelles, gestuelles, etc. – entre des sons, des complexes sonores ou des fragments pris dans leur ensemble et de créer des modélisations graphiques de l'œuvre. De plus, nous incluons aussi l'ensemble des représentations acoustiques permettant de mettre en évidence les caractéristiques sonores de l'œuvre.

**FIGURE 1** La transcription vs la représentation analytique.



Cette dimension interactive de la représentation ouvre deux voies de recherche. La première est plutôt de l'ordre du constat : les logiciels habituellement utilisés et permettant de créer des représentations *acousmographiques* ne suffisent plus. Le musicologue a désormais besoin de manipuler des représentations variées réalisées automatiquement ou manuellement à partir de données complexes : données analytiques, données d'interprétation, données issues des logiciels utilisés pour la création de l'œuvre ou données génétiques. Cette première direction a commencé à émerger en musicologie il y a une dizaine d'années. Les nouvelles formes de représentations bouleversent le plan temps-fréquences habituellement utilisé et les analyses génétiques ou d'interprétation nécessitent de manipuler de nombreux fichiers et de créer des représentations complexes. Une évolution profonde de l'étude des œuvres électroacoustiques est en cours, les chercheurs utilisant désormais plusieurs outils et participant aussi au développement de nouveaux. De l'usage de logiciels fermés<sup>13</sup>, les musicologues recherchent désormais des logiciels capables d'échanger des données et ainsi de faciliter le *flux de travaux*<sup>14</sup> analytique<sup>15</sup>. La deuxième direction est plutôt d'ordre prospectif. Cette recherche analytique intègre de plus en plus la dimension génétique et l'interprétation. Comme le souligne Jean-Marc Chouvel, « l'analyste et le compositeur [ou le musicien] sont souvent la même personne<sup>16</sup> ». Dans notre figure 1, il ne reste plus qu'à relier l'analyse à la création et à l'interprétation afin de mettre en évidence une conduite analytique courante réalisée par les compositeurs et les interprètes. La représentation et l'analyse musicale acquièrent ainsi une dimension créative au sens large<sup>17</sup>. Notons aussi que certaines représentations acoustiques sont aussi très fortement liées aux interfaces manipulées par les compositeurs ou les interprètes lors de l'élaboration des œuvres ou de la manipulation des environnements de jeu interactifs. La mutation profonde opérée par le passage de l'analogique au numérique a réintroduit le visuel dans le studio électroacoustique<sup>18</sup>, la manipulation de représentations symboliques du sonore et du musical est donc devenue une étape essentielle du processus créatif.

### Représentations acoustiques

Un des enjeux les plus importants de l'analyse des musiques électroacoustiques tient dans le transfert entre les représentations acoustiques et les représentations musicales. Ce transfert nécessite de savoir manipuler et interpréter les représentations acoustiques afin d'y trouver des indices qui seront ensuite confirmés ou infirmés par l'écoute et la manipulation de symboles créés pour les représentations musicales. Parmi les nombreux types de représenta-

13. Nous entendons ici les logiciels ne proposant pas de format d'échange avec d'autres logiciels.

14. Le terme *flux de travaux* fait référence au domaine informatique. Appliqué à l'analyse musicale, il consiste à prendre en compte les contraintes techniques liées à la diversité des supports et des données utilisés et produits durant l'analyse. Ainsi, le transfert des données recueillies dans un logiciel vers un autre logiciel est souvent difficile, voire impossible, car il n'existe pas de format d'échange musicologique.

15. Voir Couprie, 2015.

16. Chouvel, 2002, p. 309.

17. Voir Blackburn, 2011, p. 5-13.

18. Voir Tiffon, 2006, p. 5.

tions acoustiques, nous avons choisi d'en présenter trois qui nous semblent particulièrement riches pour l'analyse musicale : le sonagramme, la matrice d'autosimilarité et les représentations créées à partir des descripteurs audio. Nous allons voir que, loin d'être de simples symbolisations du son, ces représentations présentent toutes de nombreuses variantes dues aux paramètres à manipuler et à leurs modes graphiques. Nous faisons souvent l'erreur de se satisfaire du réglage proposé par le logiciel alors qu'il n'est généralement pas nécessairement adapté à la musique que l'on souhaite analyser. De même, l'habitude nous pousse à utiliser les modes graphiques de représentation que nous savons interpréter au lieu d'explorer d'autres modes plus complexes au premier abord, voire de proposer de nouveaux modes mieux adaptés à l'analyse musicale.

Avant de manipuler ces représentations, il convient de comprendre qu'elles ne sont pas des représentations musicales et qu'elles ne sont même pas des représentations acoustiques fidèles. Ainsi, le sonagramme n'est qu'une estimation du spectre sonore. De même, les matrices d'autosimilarité, résultat d'une analyse du spectre, ne sont construites qu'à partir de données fragmentaires et leur représentation nécessite de faire des choix entre la précision et la visualisation globale. Ce sont les raisons pour lesquelles il est nécessaire de bien maîtriser la manipulation de ces représentations acoustiques afin d'en extraire les indices ou les données pertinentes pour l'analyse. Il faut ensuite transférer ces indices et données vers des représentations musicales, c'est l'objet de la partie suivante.

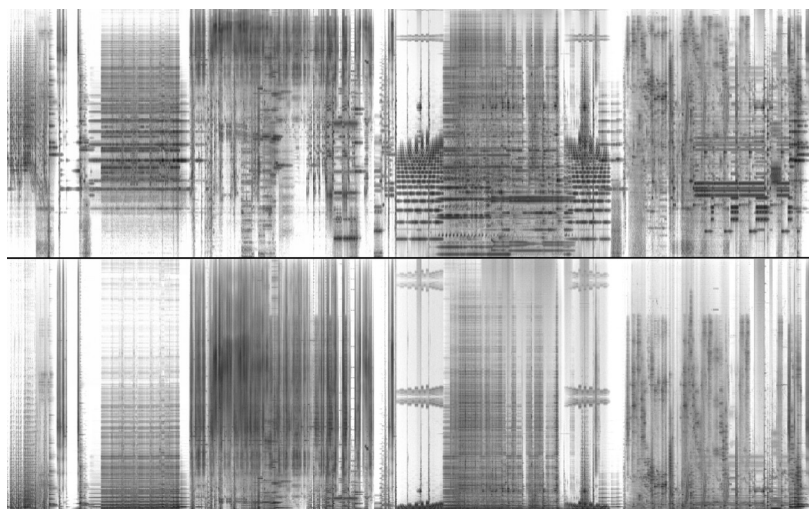
#### a) Le sonagramme

Si le sonagramme reste la représentation du son la plus communément utilisée en analyse musicale<sup>19</sup>, ses différentes variantes (logarithmique, en ondelette, différentiel<sup>20</sup>) sont plutôt rares. La figure 2 présente deux exemples de sonagramme (linéaire et en ondelette) et permet de comprendre l'intérêt de l'usage du deuxième sur certaines œuvres. Dans le cas de *Loreille étonnée* de François Bayle (2012), le sonagramme en ondelette offre des informations bien plus précises sur les sons harmoniques sous la forme de lignes horizontales. Cette représentation fournit de nombreux indices sur la segmentation en unités, la caractérisation spectrale du matériau sonore, la structure musicale et la répartition temporelle des différentes sections. En outre, c'est aussi un excellent outil d'exploration de l'œuvre offrant la possibilité de comparer précisément des moments différents ou les mêmes moments à des échelles différentes. Le sonagramme en ondelette combine ainsi une bonne représentation de la structure temporelle et de la structure des sons harmoniques.

19. Voir Tiffon, 2006, p. 4.

20. Voir Chauvel, Bresson et Agon, 2007.

**FIGURE 2** Sonagramme linéaire (haut) et sonagramme en ondelette (bas) des quatre parties de *L'oreille étonnée* (2012) de François Bayle.



### b) La matrice d'autosimilarité

Les matrices de similarité et d'autosimilarité permettent de comparer des fichiers audio différents ou le même fichier audio. Laura Zattra et Nicola Orio<sup>21</sup> ont montré l'intérêt d'utiliser une matrice de similarité pour comparer plusieurs versions d'une même œuvre, *Stria* de John Chowning (1977), afin de mettre en évidence des différences ou des similarités entre les caractéristiques acoustiques de deux versions originales du compositeur et d'une de ses reconstructions<sup>22</sup>. De même, Momilani Ramstrum<sup>23</sup> a démontré l'intérêt de matrice d'autosimilarité pour analyser la forme du prologue de l'opéra *K...* de Philippe Manoury.

Une matrice de similarité est réalisée à partir d'une comparaison de chaque instant  $t$  du spectre des versions à comparer. Dans le cas des matrices d'autosimilarité, le spectre est comparé à lui-même afin de mettre en évidence les similarités entre différents moments de la même œuvre. Ainsi, dans la figure 3<sup>24</sup>, nous observons une ligne noire en diagonale symbolisant la parfaite similarité de chaque instant  $t$  avec lui-même. Les autres zones de l'image deviennent de très bons indicateurs de l'évolution spectrale et apportent des indices essentiels sur la structure de l'œuvre : la matrice nous suggère ici une forme en trois parties avec une différenciation très forte du matériau de la partie centrale par rapport aux deux autres parties qui l'entourent. Combiné avec le sonagramme, cette représentation acoustique s'avère être très précieuse en analyse musicale.

21. Voir Zattra et Orio, 2009, en ligne.

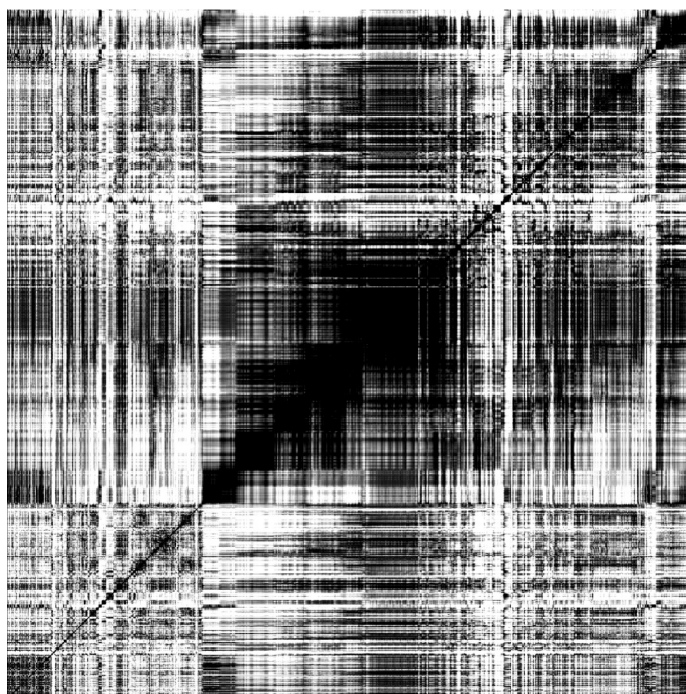
22. Voir Dahan, 2007, p. 65-74.

23. Voir Ramstrum, 2006, p. 263-264.

24. Cette représentation a été réalisée avec le logiciel Audiosculpt.



**FIGURE 3** Matrice d'autosimilarité de *Fogg* (2013) de Lorenzo Bianchi, pour violon, violoncelle et électronique.



### Représentations de descripteurs audio

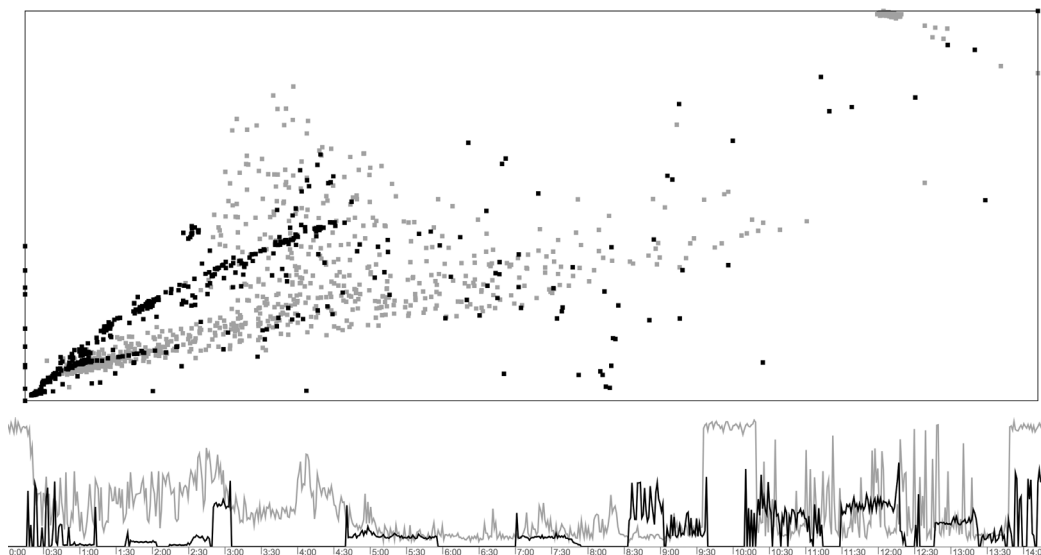
Les descripteurs audio sont utilisés dans le domaine de l'analyse de volumes importants d'enregistrements (*Music Information Retrieval*) afin de produire des données représentant des caractéristiques acoustiques ou musicales. Leur usage commence à se répandre dans le domaine de l'analyse musicale. Parmi le nombre important de descripteurs, les musicologues utilisent généralement l'amplitude, la fréquence fondamentale, la périodicité (ou l'harmonicité), le barycentre spectral<sup>25</sup> (*centroid spectral*), l'écart type (ou la variance) spectral et l'énergie. Ces descripteurs permettent de caractériser le spectre et mettre en évidence des indices de son évolution. Si leur usage est maintenant relativement simple, l'interprétation des résultats et leur mise en représentation restent difficiles. En effet, les résultats obtenus sont très sensibles aux valeurs extrêmes (très forte densité spectrale, silence, fortes intensités) et doivent être interprétés afin d'éliminer les valeurs hors normes.

La figure 4<sup>26</sup> montre deux exemples de représentations réalisées à partir d'un enregistrement multipiste d'une improvisation électroacoustique. Seuls

25. Le barycentre spectral (ou centre de la masse et non-centre de gravité) est un critère de la brillance du spectre.

26. Les figures 4, 5 et 7 ont été réalisées avec le logiciel EAnalysis (voir Couprie, 2012, en ligne).

**FIGURE 4** Deux exemples de représentations de descripteurs audio de deux des six musiciens enregistrés lors d'une improvisation électroacoustique de l'ensemble ONE (2013). Le graphique du haut représente le barycentre (Y) et la variance (X), le graphique du bas représente l'évolution du barycentre (Y) dans le temps.



deux des sept musiciens sont ici représentés. Le graphique du bas présente le barycentre spectral des deux musiciens en temps. Le graphique du haut affiche hors temps, pour chacun d'eux, la variance sur l'axe horizontal et le barycentre sur l'axe vertical. Les valeurs hors normes dans les extrêmes des graphiques ne doivent pas être prises en compte. L'association de ces deux représentations apporte plusieurs indices sur la caractérisation des conduites musicales des deux improvisateurs. Le graphique du bas montre que les deux improvisations se différencient clairement l'une de l'autre en proposant deux évolutions bien spécifiques. La représentation du haut met clairement en évidence la différence de matériau sonore : le premier musicien (en noir) utilise des sons dont la dispersion spectrale est plus faible et dont l'harmonicité est plus importante que le second (en gris).

Il existe aussi d'autres types de représentations pour ces descripteurs audio. Ainsi, Mikhaïl Malt et Emmanuel Jourdan ont proposé une représentation temporelle<sup>27</sup> du barycentre, de l'écart-type et de l'intensité permettant de visualiser une estimation de l'évolution du timbre. L'intérêt de cette représentation est d'associer les trois valeurs dans une seule courbe (valeur, épaisseur, couleur).

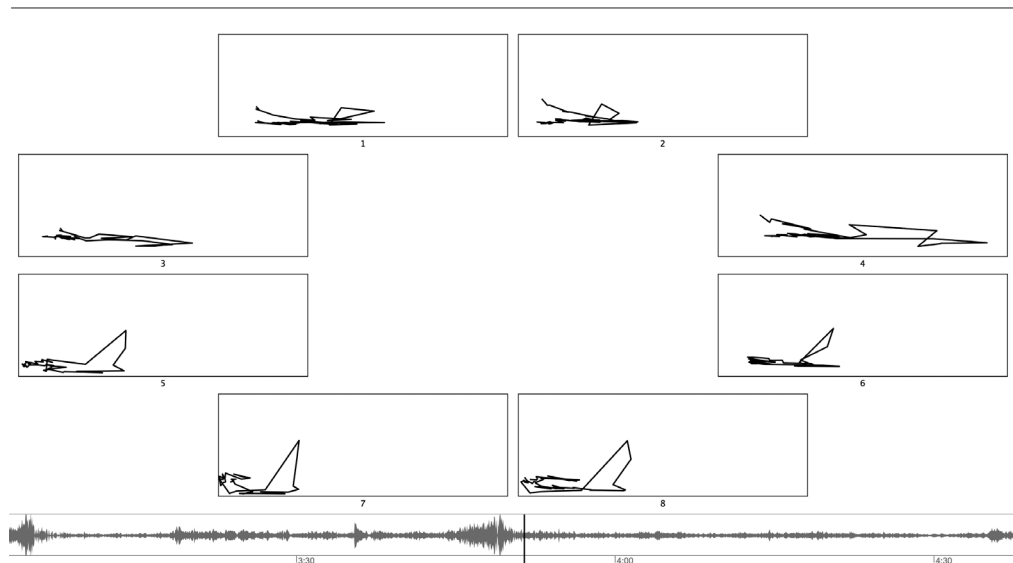
27. Malt et Jourdan, 2013.

28. Dans cet exemple, les valeurs exactes des courbes sont inutiles car l'objectif est d'extraire des conduites de création en regroupant les canaux et non en analysant précisément leurs variations.

La figure 5 présente un autre type de visualisation des descripteurs audio afin de caractériser la spatialisation d'une œuvre en huit pistes. Pour ce faire, nous avons analysé l'évolution temporelle du barycentre spectral et de l'intensité pour chacun des canaux et représenté l'ensemble sur une fenêtre temporelle de 30 secondes. La représentation est animée et la tête de lecture permet d'explorer les moments clés de l'œuvre à analyser en termes de spatialisation. Cette représentation s'est révélée très instructive car elle permet de reconnaître facilement les stratégies du compositeur sur la gestion des différents canaux de la pièce à l'aide des formes graphiques résultantes<sup>28</sup>. Sur la figure 5, nous pouvons d'une part identifier deux principales formes graphiques (A: 1-2-3-4; B: 5-6-7-8) et analyser d'autre part les transformations de ces formes entre les pistes :

- la forme A:
  - o relativement identique sur les canaux 1 et 2;
  - o aplatie sur le canal 3: moins de variation spectrale;
  - o étirée sur le canal 4: la variation d'intensité est plus forte;
- la forme B:
  - o relativement uniforme sur les canaux 5, 7 et 8;
  - o présente une intensité moins forte sur le canal 6.

**FIGURE 5** Représentation en descripteur audio (amplitude en X et barycentre spectral en Y) des huit pistes et forme d'onde (en bas) de la version stéréophonique de *Necropolis-City of the Dead* (2011) d'Åke Parmerud entre 3'46" et 3'51".



Cette introduction à différents types de représentations acoustiques permet de comprendre l'emploi que peut en faire le musicologue. L'interprétation du spectre ou des données qui en sont extraites est une étape essentielle de l'analyse d'œuvres électroacoustiques. Les représentations ainsi réalisées peuvent alors donner naissance à des formes symboliques dans les représentations analytiques. Il convient maintenant de décrire la structure globale de ces formes symboliques et de comprendre comment le transfert se produit.

## Représentations analytiques

### a) Systèmes et formes symboliques

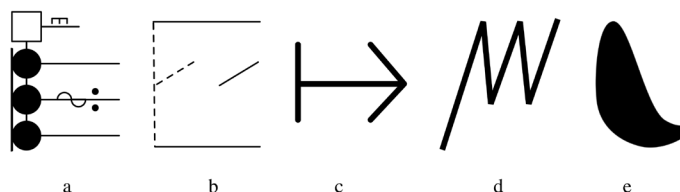
La représentation analytique englobe l'ensemble des activités de représentation du musicologue. Chacune des étapes de l'analyse musicale peut utiliser et produire plusieurs types de représentations. Ces dernières sont à mettre en relation avec les notions de systèmes et de formes symboliques que l'on trouve chez Jean Molino pour qui un système symbolique est un « ensemble de signes donnés ou effectivement constructibles<sup>29</sup> ». Les représentations acoustiques du son apparaissent comme des systèmes symboliques dont les éléments constitutifs obéissent tous aux mêmes contraintes (représentation d'un ou plusieurs paramètres acoustiques dans le temps). Les représentations musicales manipulées par le musicologue peuvent être, dans certains cas, des systèmes symboliques. Dans l'analyse de la musique électroacoustique, ces systèmes contiennent différents types de symboles, on les classe habituellement en deux catégories :

29. Molino, 2009, p. 125.

1. les représentations dans lesquelles sont symbolisées différentes caractéristiques des unités segmentées : acoustiques, typologiques, musicales, etc. Trois stratégies sont alors généralement employées :
  - a) figurer un son par un dessin culturellement reconnu (ex : représenter le son de la mer par une vague) ;
  - b) figurer graphiquement des caractéristiques sonores en suivant les principes de transfert sensoriel (ex : représenter le grain par une texture graphique) ;
  - c) utiliser un codage symbolique arbitraire, y compris textuel.
2. les représentations des structures organisées en niveaux, en diagramme formel, en arbre, etc.

La première catégorie de symboles est particulièrement bien adaptée à l'annotation lors de l'écoute. Dans notre pratique, l'objectif n'est pas la réalisation d'une transcription descriptive, mais la notation textuelle ou graphique d'éléments saillants, d'idées analytiques, de correspondances avec

**FIGURE 6** Exemples de représentations symboliques utilisées dans l'analyse des musiques électroacoustiques.



des éléments externes, etc. La seconde catégorie est généralement employée pour modéliser la structure musicale et réaliser des représentations qui serviront d'exemples pour accompagner l'analyse. La figure 6 présente quelques exemples de la première catégorie :

30. Voir Thoresen et Hedman, 2007.

31. Voir Di Santo, 2011, en ligne.

32. Voir Roy, 2003, p. 339-389.

33. Voir Rousset, 2008.

34. Voir Delalande, 2008.

35. Voir Couprie, 2000. Cette représentation est téléchargeable pour le logiciel EAnalysis sur le site <<http://eanalysis.pierrecouprie.fr>> (consulté le 2 février 2015).

36. Molino, 2009, p. 126.

1. la typomorphologie augmentée de Lasse Thoresen<sup>30</sup>, basée sur celle de Pierre Schaeffer, permet de combiner la classification des sons et la caractérisation typomorphologique. Chaque graphique est un méta-symbole associant un symbole à chaque critère morphologique ;
2. la typomorphologie de Jean-Louis Di Santo<sup>31</sup> combine plusieurs formes graphiques simples, chacune d'entre elles permet de caractériser la morphologie des unités segmentées ;
3. les fonctions de Stéphane Roy<sup>32</sup> permettent d'analyser les traits morphologiques et les indices de l'organisation musicale de l'œuvre ;
4. les symboles élaborés par Julie Rousset<sup>33</sup> pour les unités sémiotiques temporelles<sup>34</sup> définissent des évolutions temporelles au-delà des unités morphologiques ;
5. les symboles que nous avons créés pour la représentation d'*Ondes croisées* de Bernard Parmegiani<sup>35</sup> symbolisent une classification des unités ainsi que certains traits morphologiques.

Ces unités symboliques sont organisées en systèmes cohérents afin de décrire des caractères morphologiques, des traits musicaux ou des relations sémiotiques. Il existe de nombreux systèmes symboliques et chaque représentation utilise bien souvent son propre système.

D'après Jean Molino, les représentations peuvent aussi être des formes symboliques, des « régions signifiantes spécifiques<sup>36</sup> », dont les éléments constituent une unité, mais sans une organisation totalement définie : c'est typiquement la représentation-outil utilisée par le musicologue pour expéri-

menter des liaisons particulières entre des éléments segmentés. Différentes représentations peuvent ainsi être utilisées comme des régions, des sphères autonomes. Des parties de ces représentations peuvent se regrouper ou être réunies par différentes relations dans de nouvelles représentations ou simplement en les juxtaposant ou en les superposant. Cette direction de recherche est particulièrement prometteuse car elle permet de s'abstraire d'une représentation monolithique organisée sur un espace à deux axes. Le développement du logiciel EAnalysis<sup>37</sup> est le résultat de ces réflexions que nous menons depuis plusieurs années. Une de ses caractéristiques est d'assembler différents types de représentations, structures ou formes symboliques, afin d'aider le musicologue à expérimenter différentes directions de recherche et à les formaliser dans des modélisations graphiques interactives.

### b) L'espace géométrique de la représentation temporelle

La représentation analytique s'inscrit généralement dans un espace à deux dimensions dont l'axe horizontal figure le temps. L'axe vertical peut représenter l'échelle des fréquences et/ou n'importe quel autre paramètre analytique. Cet espace contient des symboles comme ceux présentés précédemment. Toutefois, le système comporte des limites en raison des configurations géométriques.

La première limite est liée à la densité d'informations que peut contenir un espace en deux dimensions. Chaque objet graphique comprend de trois à six caractéristiques : la position sur les deux axes, l'épaisseur, le type de forme graphique, la couleur, une propriété graphique supplémentaire (la texture, la bordure, le dégradé de couleur, etc.). Symboliser un nombre plus important de propriétés nécessite l'usage de représentations plus complexes : double ou triple graphique, ajout de texte ou l'usage de plusieurs niveaux.

La deuxième limite est généralement liée à l'utilisation d'un axe temporel unique pour tous les graphiques alors que chaque symbole devrait être représenté suivant sa propre échelle temporelle. Ces représentations temporelles linéaires semblent incompatibles avec l'analyse de structures diachroniques, d'objets vagues ou de structures complexes regroupant des phénomènes différents perçus simultanément<sup>38</sup>. Comment analyser une musique avant tout polyphonique et polysémique avec des outils mono-orientés ?

La troisième limite tient dans le fait que ces représentations ne sont pas créées pour être dynamiques, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent aboutir à des représentations interactives révélant des conduites d'écoute<sup>39</sup> ou de création sans occasionner un travail très lourd ou des difficultés difficilement surmontables. La dimension créative de l'analyse musicale soulignée précédemment

37. Disponible gratuitement sur <<http://eanalysis.pierrecouprie.fr>> (consulté le 2 février 2015).

38. Voir Chauvel, 2002, p. 287.

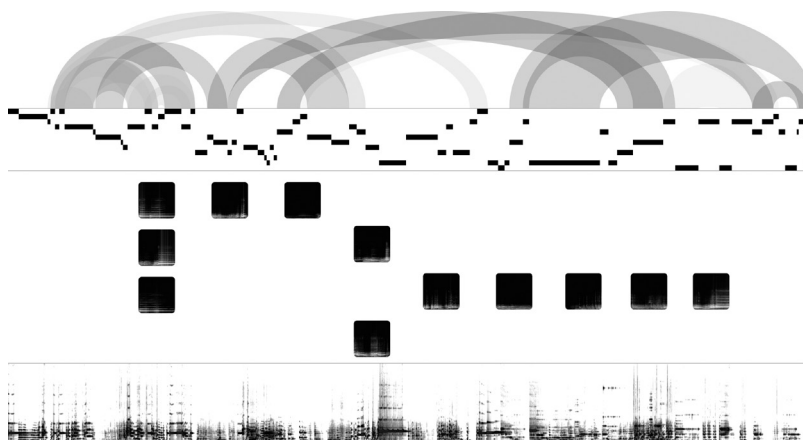
39. Voir Clarke, 2012.

en est par conséquent exclue. Le lien essentiel entre création et analyse qui se révèle particulièrement fécond dans le domaine de la recherche-crédation<sup>40</sup> n'est pas sous-tendu par une représentation adaptée. La réalisation de représentations détaillées qui pourrait être d'une aide précieuse en création s'avère même être une activité souvent fastidieuse.

### c) Le tissage de formes symboliques

Nous proposons une autre approche de la représentation. Sur le plan théorique, elle mêle la notion de forme symbolique empruntée à Jean Molino et présentée précédemment ainsi que la notion de tissage utilisée dans le domaine de l'informatique. Le tissage consiste à utiliser des fragments de codes (greffons) dans un logiciel. Les fonctions de ce dernier sont ainsi facilement extensibles sans avoir à revoir une partie ou l'ensemble du logiciel. Dans notre cas, le tissage consistera à composer un ensemble de représentations autonomes utilisant ou non les mêmes données. Associer le tissage à la notion de forme symbolique permet d'imaginer des compositions de représentations possédant chacune sa logique interne sur le plan de l'espace géométrique et permettant ainsi d'analyser les phénomènes complexes qui composent les œuvres musicales. La figure 7 propose un tissage de quatre représentations issues de l'analyse de *NoaNoa* (1992) pour flûte et électronique de Kaija Saariaho (de bas en haut) :

**FIGURE 7** Un exemple de tissage de représentations à partir des mêmes données de segmentation sur *NoaNoa* (1992) de Kaija Saariaho pour flûte et électronique.



- un sonagramme ;
- une représentation des données de segmentation sous la forme d'un tableau paradigmatique contenant des blocs de sonagrammes indépendants (l'enchaînement temporel se fait dans le sens de la lecture et de haut en bas) ;
- une représentation des données de segmentation en diagramme formel ;
- une représentation des patterns extraits des données de segmentation sous la forme d'un diagramme en arc<sup>41</sup>.

41. Voir Wattenberg, 2002.

Cet exemple pourrait aussi être complété par une visualisation de la partition de la flûte et de l'électronique et par une représentation réalisée à partir de figures symboliques comme celles présentées dans la figure 6.

Nous voyons ainsi se dessiner un avenir très riche pour la représentation des musiques électroacoustiques. L'association de plusieurs types de représentations durant le processus d'analyse musicale et l'expérimentation de nouvelles formes de représentations ou le perfectionnement de représentations peu utilisées permettront d'enrichir la palette d'outils disponibles pour l'analyste. Le tissage de représentations que nous proposons offre une totale modularité dans sa réalisation technique, se développant ainsi au fur et à mesure des expérimentations, et une intégration forte au cœur même de l'analyse musicale. En outre, articulant des données diverses, il peut aussi faire partie du processus créatif en proposant des représentations de données issues des logiciels utilisés par les musiciens et les compositeurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- BLACKBURN, Manuella (2011), « The Visual Sound-Shapes of Spectromorphology: An Illustrative Guide to Composition », *Organised Sound*, vol. 16, n° 1, p. 5-13.
- BOSSIS, Bruno (2006), « The Analysis of Electroacoustic Music: From Sources to Invariants », *Organised Sound*, vol. 11, n° 2, p. 101-112.
- CHOUVEL, Jean-Marc (2002), « Polyphonie/polysémie: comment aborder la multidimensionalité du temps musical? », in Jean-Marc Chouvel et Fabien Lévy (dir.), *Peut-on parler d'art avec les outils de la science?*, Paris, L'Harmattan/Ircam, p. 287-309.
- CHOUVEL, Jean-Marc, BRESSON, Jean et AGON, Carlos (2007), « L'analyse musicale différentielle: principes, représentation et application à l'analyse de l'interprétation », <[www.ems-network.org/spip.php?article294](http://www.ems-network.org/spip.php?article294)> (consulté le 2 février 2015).
- CLARKE, Michael (2012), « Analysing Electroacoustic Music: An Interactive Aural Approach », *Music Analysis*, n° 31, p. 347-380.
- COUPRIE, Pierre (2000), « Comment c'est fait? Analyse graphique d'un extrait de *De Natura Sonorum* de Bernard Parmegiani », in *La musique électroacoustique*, Paris, Hyptique/Ina-GRM, cédérom.
- COUPRIE, Pierre (2004), « Analyse comparée des *Trois rêves d'oiseau* de François Bayle », *DEMéter*, <<http://demeter.revue.univ-lille3.fr/analyse/couprie.pdf>> (consulté le 2 février 2015).



- COUPRIE, Pierre (2012), « EAnalysis: aide à l'analyse de la musique électroacoustique », *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM 2012)*, p. 183-189, <[http://jim.afim-asso.org/jim12/pdf/jim2012\\_29\\_p\\_couprie.pdf](http://jim.afim-asso.org/jim12/pdf/jim2012_29_p_couprie.pdf)> (consulté le 2 février 2015).
- COUPRIE, Pierre (2015), « Analyser la musique mixte : des outils aux workflows », in *Soixante ans de musique mixte*, Paris, MINT, en préparation.
- DAHAN, Kevin (2007), « Surface Tensions : Dynamics of Stria », *Computer Music Journal*, vol. 31, n° 3, p. 65-74.
- DELALANDE, François (2003), « Pratiques et objectifs des transcriptions des musiques électroacoustiques », in Rémy Campos et Nicolas Donin (dir.), *L'analyse musicale, une pratique et son histoire*, Genève, Droz/HEM, p. 131-153.
- DELALANDE, François (2008), « UST et analyse : introduction », in Emmanuel Rix et Marcel Formosa (dir.), *Vers une sémiotique générale du temps dans les arts*, Paris, Ircam/Delatour, p. 17-18.
- DELALANDE, François (2013), *Analyser la musique, pourquoi, comment?*, Paris, Ina-GRM.
- DI SANTO, Jean-Louis (2011), « Harmonic Profile: Typology and Notation », *Proceedings of the Electroacoustic Music Studies Conference*, <[www.ems-network.org/IMG/pdf\\_EMS11\\_di\\_santo.pdf](http://www.ems-network.org/IMG/pdf_EMS11_di_santo.pdf)> (consulté le 2 février 2015).
- DUFOURT, Hugues (1991), « Timbre et espace », in Jean-Baptiste Barrière (dir.), *Le timbre métaphore pour la composition*, Paris, Ircam/Bourgeois, p. 272-281.
- MALT, Mikhail et JOURDAN, Emmanuel (2013), « Le "BSTD" – Une représentation graphique de la brillance et de l'écart type spectral, comme possible représentation de l'évolution du timbre sonore », in Xavier Hascher, Mondher Ayari et Jean-Michel Bardez (dir.), *L'analyse musicale aujourd'hui: crise ou (r)évolution?*, Paris, Delatour, p. 111-128.
- MOLINO, Jean ([1975]2009), *Le singe musicien*, Paris, Actes Sud/Ina.
- NATTIEZ, Jean-Jacques (1987), *Musicologie générale et sémiologie*, Paris, Bourgeois.
- RAMSTRUM, Momilani (2006), « Philippe Manoury's Opera K... », in Mary Simoni (dir.), *Analytical Methods of Electroacoustic Music*, New York, Routledge, p. 239-274.
- ROUSSET, Julie (2008), « Proposition graphique pour la notation des Unités sémiotiques temporelles », in Emmanuel Rix et Marcel Formosa (dir.), *Vers une sémiotique générale du temps dans les arts*, Paris, Ircam/Delatour, p. 325-334.
- ROY, Stéphane (2003), *L'analyse des musiques électroacoustiques: modèles et propositions*, Paris, L'Harmattan.
- STÉVANCE, Sophie et LACASSE, Serge (2013), *Les enjeux de la recherche-crédation en musique*, Laval, Presses de l'Université Laval.
- THORESEN, Lasse et HEDMAN, Andreas (2007), « Spectromorphological Analysis of Sound Objects: An Adaptation of Pierre Schaeffer's Typomorphology », *Organised Sound*, vol. 12, n° 2, p. 129-141.
- TIFFON, Vincent (2006), « La représentation sonographique est-elle une aide pour l'analyse perceptive de la musique électroacoustique? », *Lien: l'analyse perceptive des musiques électroacoustiques*, p. 3-15.
- WATTENBERG, Martin (2002), « Arc Diagrams: Visualizing Structure in Strings », in Pak Chung Wong et Keith Andrews (dir.), *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization*, Los Alamitos, IEEE, p. 110-116.
- ZATTRA, Laura et ORIO, Nicola (2009), « ACAME – Analyse Comparative Automatique de la musique électroacoustique », *Musimédiane*, n° 4, <[www.musimediane.com/spip.php?article87](http://www.musimediane.com/spip.php?article87)> (consulté le 2 février 2015).