



Des outils pour l'analyse de la musique électroacoustique

Pierre Couprie

► To cite this version:

Pierre Couprie. Des outils pour l'analyse de la musique électroacoustique. Analyse et contextualisation, May 2003, Paris, France. pp.63-73. hal-00807071

HAL Id: hal-00807071

<https://hal.science/hal-00807071>

Submitted on 2 Apr 2013

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.

DES OUTILS POUR L'ANALYSE DE LA MUSIQUE ÉLECTROACOUSTIQUE

L'analyse de la musique électroacoustique¹ soulève de nombreux problèmes. Ils sont dus à la nature même de cette musique : l'utilisation de technologies complexes rend la notation musicale inutile ou incomplète lorsqu'elle est nécessaire – notamment dans le cas d'œuvres mixtes utilisant un ou plusieurs instrumentistes – et ces mêmes technologies rendent fréquemment la reconstitution du parcours du compositeur impossible. De plus, les outils d'analyse sont souvent caducs. J'ajouterai à cet ensemble de problèmes la difficulté d'écoute d'une musique dont les sons ne sont guère identifiables. Par ailleurs, l'identification ne résout pas forcément le questionnement analytique.

Je pense qu'il faut classer ces différents problèmes en deux catégories. La première concerne les interrogations liées à la technologie (la classification des transformations du son par exemple). La deuxième permet de soulever des interrogations portant directement sur le matériau musical (par exemple : la segmentation). Cet article tente de répondre à la question : comment analyser la musique électroacoustique ?

1. La part de la technologie²

La musique électroacoustique est née des technologies électro-mécaniques puis électroniques ; il est donc tout naturel d'employer ces mêmes technologies pour l'analyser.

1.1 – La représentation des intensités et des fréquences

Le bathygraphe fut un des premiers outils électro-mécaniques permettant de révéler les intensités des fréquences. Pierre Schaeffer s'en sert en 1966 pour faire comprendre les anamorphoses fonctionnelles³. Mais cet outil était quelque peu contraignant – durée courte des sons analysés, temps d'analyse, précision, etc. – avec le numérique, il est désormais possible d'obtenir différents types de représentations, plus

¹ Sont considérées comme musiques électroacoustiques les œuvres utilisant un système de diffusion (haut-parleurs) lors de leur création. Elles prennent les noms de musique de support, concrète, acousmatique lorsqu'elles n'utilisent que la diffusion et de musique mixte ou *live electronic* lorsqu'un ou plusieurs instrumentistes jouent sur scène.

² Les représentations du son de cette partie ont été réalisées sur : Peak (figure 1), Audiosculpt (figure 2), Armadillo (figure 3) et ProTools (figure 4).

³ Pierre Schaeffer, *Traité des objets musicaux*, Paris, Le Seuil, Pierres Vives, 1966, p. 241-242.

précises et en très peu de temps. Les figures 1, 2 et 3 représentent respectivement une courbe des intensités, un sonagramme en deux dimensions et un sonagramme en trois dimensions.

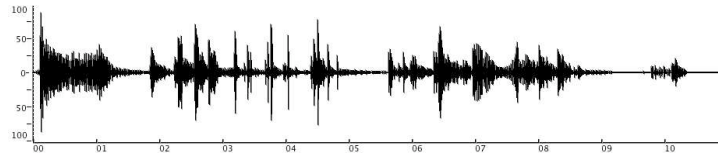


Figure 1 : une courbe des dynamiques

Pour l'analyse, la courbe des intensités ne présente finalement que peu d'avantages. En effet, on la retrouve dans le sonagramme mais sous une forme différente : l'intensité n'y est plus représentée d'une manière globale mais pour chacune des fréquences qui composent le son. Par conséquent, on retrouve les ruptures d'intensités (attaque, chute) ou les variations continues (crescendo, decrescendo) par des variations de niveaux de gris.

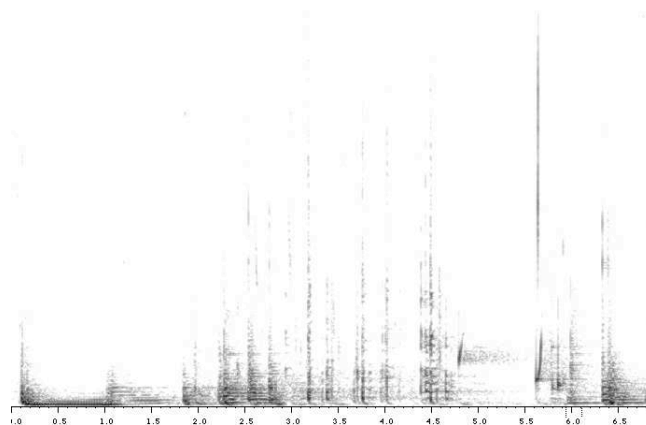


Figure 2 : un sonagramme

J'ai montré dans ma thèse⁴ l'utilité d'une telle représentation. Elle permet d'aider à la segmentation temporelle et spectrale en faisant gagner un temps précieux au chercheur.

⁴ Pierre Couprie, *La musique électroacoustique : analyse morphologique et représentation analytique*, Thèse de doctorat sous la direction de Marc Battier, Université de Paris-Sorbonne, 2003, 527 p.

3 – Analyse et contextualisation

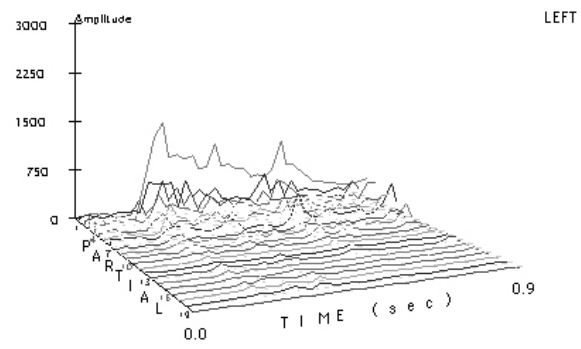


Figure 3 : un sonagramme en trois dimensions

Le sonagramme en trois dimensions est rarement utilisé. On y retrouve le défaut de la durée courte d'analyse qu'avait le bathygraphe.

Toutes les œuvres ne se laissent pas analyser à l'aide du sonagramme de la même manière. Le sonagramme de certaines d'entre elles peut même être illisible⁵ ; il convient alors de préparer le fichier son en filtrant certaines bandes de fréquences pour faire émerger du graphique les sons cachés. Les logiciels de préparation des échantillons sonores tel que les utilisent les compositeurs deviennent très vite indispensables.

1.2. L'utilisation des indices de production

Ces outils de préparation des échantillons sonores ne sont pas les seuls que l'analyste peut utiliser. Nous avons décidé, avec Christian Zanesi, de reprendre une image d'écran du logiciel Protocols utilisé par le compositeur Philippe Leroux⁶ (figure 4). Plus qu'aucune autre, cette image illustre parfaitement le discours analytique qui accompagne cette représentation. La découpe des matériaux, leur organisation sous la forme du montage et du mixage, leur agencement structurel sont autant d'éléments directement visibles sur l'image.

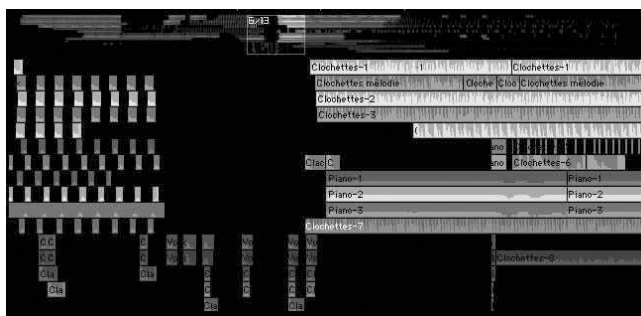


Figure 4 : l'image d'écran⁷ d'un extrait d'une œuvre de Philippe Leroux

Ce simple exemple montre à quel point le travail de l'analyste ne se satisfait plus de la manipulation d'idées mais doit aussi intégrer l'utilisation d'outils informatiques souvent très complexes : c'est un réel problème, l'effort peut paraître énorme, mais il est indispensable.

1.2. – Les logiciels d'aide à l'analyse

⁵ Par exemple, la seconde partie d'*Ondes croisées (De Natura Sonorum)* de Bernard Parmegiani.

⁶ Une version gratuite est disponible sur le site Degidesign : <http://www.digidesign.com/>.

⁷ Collectif, *La musique électroacoustique*, Paris, INA-GRM/Hyptique, 2000, cédérom Mac et PC.

Ces outils informatiques commencent à être complétés par de véritables outils d'aide à l'analyse. Mais l'AMAO⁸ est une discipline très récente. L'Acousmographie⁹, premier logiciel dédié à l'aide à l'analyse de fichier audio, est né au début des années 1990. Il a fallu attendre plusieurs années pour en voir apparaître une version relativement fonctionnelle et stable. Ce logiciel réalise automatiquement un sonagramme à partir d'un fichier audio. L'analyste n'a plus qu'à marquer, sous la forme de graphiques, d'images ou de textes, les différentes saillances du matériau. Ce simple concept contient probablement les germes de ce que sera l'outil idéal d'aide à l'analyse tel qu'il devrait exister dans quelques années.

La version actuellement en développement de l'Acousmographie intégrera une automatisation de la segmentation développée par l'informaticien Christian Speevak. *Sound Spotting* permettra au chercheur de sélectionner une partie du matériau et de l'associer à un graphique, le logiciel retrouvera automatiquement les différentes itérations de ce matériau, même s'il est mixé avec d'autres, et dessinera les formes graphiques correspondantes.

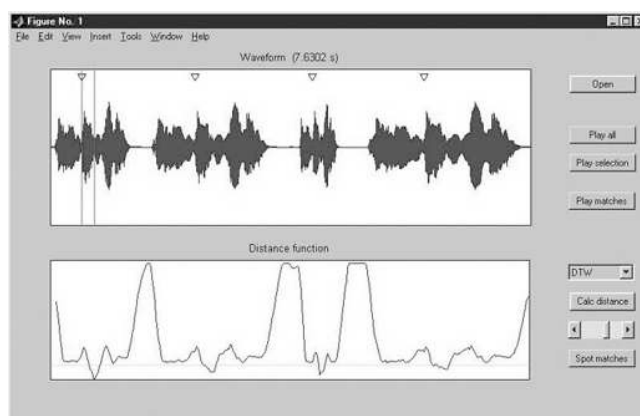


Figure 5 : le logiciel *Sound Spotting* de Christian Speevak¹⁰ dans sa version expérimentale

Avec cette dernière avancée l'avenir semble nous rattraper et donne au chercheur l'espoir que ces rêves les plus fous ne sont pas si irréalisables que ça...

2. L'analyse du matériau musical

Les outils informatiques permettent de révéler des sons ou des structures sonores souvent difficiles à percevoir dans le cas de la musique électroacoustique. L'étape suivante consiste à mettre en valeur et interpréter les résultats obtenus.

⁸ Je nomme ainsi l'Analyse musicale assistée par ordinateur.

⁹ Logiciel développé par l'INA-GRM : <http://www.ina.fr/grm/>.

¹⁰ Christian Speevak, *Sound Spotting : Content-based retrieval within the framework of Acousmographie*, Christian Speevak, Paris, INA-GRM, séance de séminaire en ligne sur : http://www.ina.fr/grm/outils_dev/theorique/seminaire/semi_2002/semi2/index.fr.html

2.1. – La typo-morphologie

La typo-morphologie est née des réflexions de Pierre Schaeffer. Elle lui permettait de caractériser et de réaliser un premier classement des objets sonores. La figure 6 représente le tableau de la typo-morphologie avec le détail des différentes caractéristiques des objets. Il est organisé d'une manière très particulière, trois dimensions entre en jeu :

1. la durée : les sons les plus courts apparaissent dans la colonne du centre et les plus longs dans les deux colonnes des extrémités ;
2. la caractérisation de la tenue : les sons tenus sur la gauche et les sons itératifs , sur la droite ;
3. la complexité spectrale : les sons les plus simples dans la ligne du haut et les sons les plus complexes, dans la ligne du bas.

Ce type de classement permet à Pierre Schaeffer de réunir dans les neuf cases du centre les sons dits *convenables*. Ceux-ci présentent un bon équilibre entre leur durée (pas trop long) et leur complexité spectrale (pas trop complexe). Les six cases en gris foncées représentent les objets *redondants* car trop peu originaux. Enfin les treize cases restantes caractérisent les objets *excentriques* car trop complexes.

		durée démesurée		durée mesurée			durée démesurée	
		facture imprévisible	facture nulle	tenue formée	durée réduite impulsion	itération formée	facture nulle	facture imprévisible
masse fixe	hauteur définie	En hauteur identifiable évolution simple imprévisible son tenu long	Hn hauteur identifiable son trop simple son tenu long	N hauteur identifiable son tenu court	N' hauteur identifiable impulsion	N" hauteur identifiable son itératif court	Zn hauteur identifiable son trop simple son itératif long	An hauteur identifiable évolution imprévisible son itératif long
	hauteur complexe	Ex hauteur non-identifiable évolution imprévisible son tenu long	Hx hauteur non-identifiable son trop simple son tenu long	X hauteur non-identifiable son tenu court	X' hauteur non-identifiable impulsion	X" hauteur non-identifiable son itératif court	Zx hauteur non-identifiable son trop simple son itératif long	Ax hauteur non-identifiable évolution imprévisible son itératif long
masse peu variable		Ev masse complexe évolution imprévisible son tenu long	Tx / Tn masse complexe trame trop simple son tenu long	Y masse complexe son tenu court	Y' masse complexe impulsion	Y" masse complexe son itératif court	Zy masse complexe pédale trop simple son itératif long	Ay masse complexe évolution imprévisible son itératif long
variation de masse imprévisible		E échantillon (cas général) son excentrique son tenu long	T trame (cas général) son créé par superposition de son prolongés	W grosse note son excentrique son tenu court	φ fragment son bref prélevé sur un son continu impulsion	K cellule impulsions disparates et discontinues son itératif court	P pédale son cyclique son itératif long	A accumulation son excentrique discontinu son itératif long
sons tenus					sons itératifs			

Figure 6 : la typo-morphologie d'après Pierre Schaeffer

La compréhension de ce tableau permet de réaliser une première analyse des œuvres du GRM des années 1960. Les compositeurs étaient baignés dans cette recherche et certaines de leurs œuvres reflètent les préoccupations du maître. Ainsi, par exemple, j'ai classé les sons de *L'oiseau moqueur* de François Bayle composé en 1963, dans le tableau de Schaeffer (figure 7) afin de révéler que pratiquement tous les sons (à l'exception de deux d'entre eux) pouvaient être classés comme objet convenable¹¹.

Toutefois, le chercheur peut aussi recourir à une typologie différente de celle que Schaeffer utilise, en se fondant sur les éléments que son jugement met en évidence

	durée mesurée			
	tendue	impulsion	itération	
tonique	htb ten cor ten ten	htb nc cor nc arco pizz sone	htb tr cor tr	durée démesurée (macro-objets) imprévisible
complexe	grave 2	voix un voix yé rire ha et yo grave 1 grave 3	ois ri rire hé rire yo rire ha	
formé varié	cor gliss	(Y)	ois sif rire acc	
varié imprévisible	ois comp ?	(Φ)	ois g	
			(P)	ois comp ?

Figure 7 : les sons de *L'oiseau moqueur* de François Bayle classés dans la typo-morphologie de Pierre Schaeffer (seules les cases utilisées apparaissent)

2.2. – L'analyse morphologique : unités et structures

La première analyse typologique permet d'orienter le chercheur en fonction des relations mises en évidence. L'analyse morphologique est alors disponible pour confirmer ou infirmer ces propositions. Elle consiste à analyser les unités segmentées de la typologie à travers des grilles de caractérisation. Ces dernières permettent d'analyser le spectre, l'intensité, le grain, etc. dans leurs multiples variations temporelles.

Le chercheur et compositeur norvégien Lasse Thoresen a mis au point un ensemble de symboles permettant de représenter l'analyse morphologique (haut de la figure 8) telle que l'a conceptualisée Pierre Schaeffer. Il complète ce travail par l'analyse des structures en regroupant les unités en sections temporelles¹² (bas de la figure 8).

¹¹ Pierre Couprie, « Trois modèles d'analyse de *L'oiseau moqueur*, un des *Trois rêves d'oiseau* de François Bayle », *La cahiers de l'OMF* (Paris), 3, 1998, p. 50-70.

¹² Lasse Thoresen, « Auditive Analysis of Musical Structures. A summary of analytical terms, graphical signs and definitions », *ICEM Conference on Electro-acoustic Music*, 1986, p. 65-90.

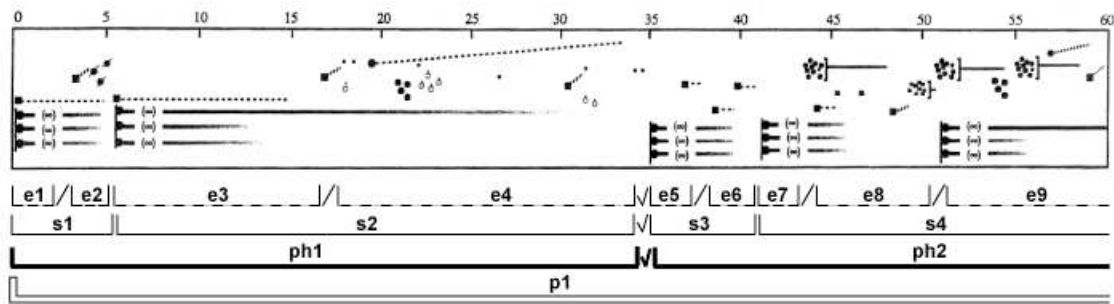


Figure 8 : un extrait de la représentation des *Objets obscurs* d'Åke Parmerud par Lasse Thoresen et Pierre Couprie¹³

A la suite de Pierre Schaeffer et à partir de l'objet sonore, le Canadien Murray Schafer, élabore le fait sonore¹⁴. Sa grille d'analyse morphologique simplifie celle de Schaeffer et intègre la dimension causale. Le chercheur peut ainsi décrire précisément tout paysage sonore.

Le compositeur anglais Denis Smalley a élaboré un ensemble de critères de caractérisation nommé la spectromorphologie¹⁵. Il analyse d'une manière extrêmement fine l'ensemble des particularités du spectre dans son évolution temporelle. La complexité de sa grille fait qu'elle n'est pratiquement jamais utilisée.

Au Québec, Stéphane Roy élabore, depuis quelques années, un ensemble de descripteurs des saillances du matériau. Son objectif est de caractériser les fonctions musicales de certaines unités ou structures d'unités : les objets-fonctions¹⁶. Leurs descriptions morphologiques s'accompagnent d'un ensemble de symboles (figure 9) permettant de représenter l'analyse graphiquement.

¹³ Pierre Couprie, *La musique électroacoustique : analyse morphologique et représentation analytique*, Thèse de doctorat sous la direction de Marc Battier, Université de Paris-Sorbonne, 2003, p. 194.

¹⁴ R. Murray Schafer, *Le Paysage sonore*, Paris, Jean-Claude Lattès, 1979, 389 p.

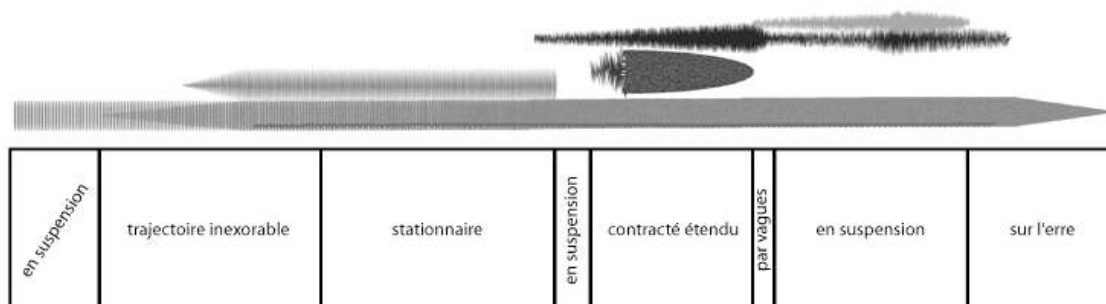
¹⁵ Denis Smalley, « La Spectromorphologie. Une explication des formes du son », *Ars sonora* (Paris), n° 8, 1999, p. 63-113.

¹⁶ Stéphane Roy, « Analyse des œuvres acousmatiques : quelques fondements et proposition d'une méthode », *Circuit, Electroacoustique-Québec : l'essor, Revue nord américaine de musique du XX^e siècle* (Montréal), 4, 1-2, 1993, p. 67-92.

Symboles	Descriptions	Symboles	Descriptions
Catégorie orientation			
	transition		aboutissement
	lien		introduction
	déclenchement		anticipation
	suspension		conclusion
	interruption		prolongement

Figure 9 : quelques objets-fonctions de Stéphane Roy

Pour terminer cette liste, il convient de citer les travaux du Laboratoire de musique et informatique de Marseille (MIM). Avec les Unités sémiotiques temporelles¹⁷ (UST), les chercheurs ont tenté de théoriser les fonctions sémiotiques des structures musicales. Le bas de la figure 10 représente une segmentation du matériau de *Spirale* de Pierre Henry à l'aide des UST. Cette technique m'a permis de mettre en évidence la variété des situations musicales de cette très courte œuvre.

Figure 10 : la représentation graphique et la segmentation en UST de *Spirale* de Pierre Henry par Pierre Couprie¹⁸

2.3. – Des outils importés des autres disciplines

A cet ensemble de méthodes s'ajoutent différentes techniques d'analyses employées dans d'autres disciplines. De la sémantique, aux sciences cognitives, en passant par le sémiotique, l'analyse de données, la statistique ou la psychologie, ces domaines regorgent de techniques d'analyse pouvant parfaitement être utilisées en

¹⁷ Collectif, *les Unités sémiotiques temporelles Eléments nouveaux d'analyse musicale*, Marseille, MIM, 1996, 96 p. (accompagné d'un disque compact d'exemples sonores). Disponible aussi sous la forme d'un cédérom sur le site <http://www.labo-mim.org/>.

¹⁸ Pierre Couprie, *La musique électroacoustique : analyse morphologique et représentation analytique*, Thèse de doctorat sous la direction de Marc Battier, Université de Paris-Sorbonne, 2003, p. 255.

musique. Je ne citerai qu'un seul exemple : la figure 11 représente un ensemble de points, les points sont positionnés en fonction de la moyenne et de l'écart type appliqués à une analyse morphologique du matériau sonore. Il se dessine ici clairement deux catégories de sons. Une des techniques d'analyse de données peut ainsi aider le chercheur à trouver des regroupements entre les unités ou à mettre en évidence des impressions laissées lors d'une écoute.

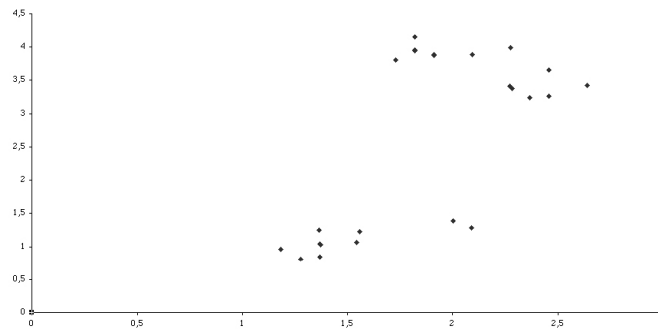


Figure 11 : l'utilisation de méthodes d'analyse de données pour différencier les différentes catégories d'un ensemble de sons

2.4. – La représentation analytique : un nouvel outil

La représentation graphique est probablement l'outil que beaucoup de chercheurs emploient sans en exploiter l'ensemble des possibilités. Loin d'être un simple outil annexe, elle est pour moi, l'outil idéal pour analyser la musique électroacoustique. Elle intervient à tous les niveaux de mon travail d'analyse, de la première écoute, à la publication et son utilisation est ancrée dans l'ensemble des méthodes. Dans la troisième partie de mon mémoire de thèse, j'ai montré comment il était possible d'analyser une œuvre électroacoustique à l'aide de la représentation. Parmi les trois analyses, celle de *Stilleben* de Kaija Saariaho me semble être la plus démonstrative. Mais comment s'est déroulé mon travail ? En voici le détail résumé en huit étapes :

1. création d'un sonagramme ;
2. annotation, sur le sonagramme, des saillances les plus importantes ;
3. relevé sous la forme d'une liste de tous les sons (segmentation), chaque nouveau son porte un nouveau nom contenant 2 termes : le nom du son en relation avec ce à quoi il fait penser et son origine probable ou imaginaire ;
4. classement des sons en différentes catégories en fonction de leurs caractères morphologiques, de leurs origines, de leurs liens, etc. ;
5. choix d'un graphisme pour chaque son : celui-ci doit révéler le ou les critères dominants ;
6. placement des symboles graphiques sur le sonagramme afin de réaliser une représentation (figure 12) ;

7. pendant l'étape 6 : analyse morphologique de chacune des unités sonores segmentées ;
8. interprétation de l'analyse morphologique à l'aide de différentes méthodes (analyse de données notamment) et représentation des structures sous la forme de graphiques ou de représentations synoptiques simplifiées.

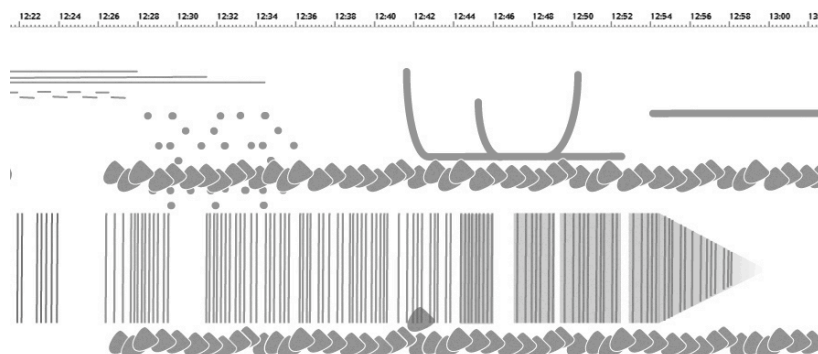


Figure 12 : un extrait de la représentation graphique de *Stilleben* de Kaija Saariaho par Pierre Couprie¹⁹

¹⁹ Pierre Couprie, *La musique électroacoustique : analyse morphologique et représentation analytique*, Thèse de doctorat sous la direction de Marc Battier, Université de Paris-Sorbonne, 2003, p. 440.

Le travail d'analyse à l'aide de la représentation graphique est naturellement complété par une publication multimédia. Celle-ci permet d'allier le texte, la ou les représentations et le son en une seule entité ayant de grandes qualités didactiques²⁰.

Ce très court article avait pour ambition de présenter un maximum de pistes de départ pour les chercheurs désirant se lancer dans l'analyse d'une œuvre électroacoustique. L'évolution rapide des technologies informatiques permettra probablement d'ici quelques années d'automatiser un certain nombre d'opérations ou, au moins, d'en rendre quelques-unes plus rapidement réalisable. La prochaine version de l'Acousmographe (prévue pour début 2005) sera probablement une première étape vers la réalisation d'un véritable logiciel d'aide à l'analyse. Mais, l'analyse de la musique électroacoustique doit d'abord trouver de nouveaux chercheurs. Trop peu de réalisations analytiques existent, une communauté d'analystes spécialisés dans la musique électroacoustique reste encore à constituer.

²⁰ Quelques réalisations multimédias en électroacoustique :

- Dominique Besson, *Les Musicographies*, Paris, inédit, 1995, cédérom Mac et PC.
- Kaija Saariaho, *Prisma. L'univers musical de Kaija Saariaho*, Paris, Finnish Music Information Centre/ IRCAM-Centre Georges Pompidou/Chester Music, 1999, cédérom Mac et PC.
- Collectif, *La musique électroacoustique*, Paris, INA-GRM/Hyptique, 2000, cédérom Mac et PC.
- Collectif, La collection des *Portraits polychromes* en ligne sur : <http://www.ina.fr/grm/acousmaline/polychromes/index.fr.html>.
- Philippe Lalitte, *Sud de Jean-Claude Risset*, 2002, publication en ligne : <http://www.ac-dijon.fr/pedago/music/bac2002/risset/index.html>.
- Pierre Couprie, « Analyse comparée des *Trois rêves d'oiseau* de François Bayle », *Demeter* (Lille), 2003, publication en ligne : <http://www.univ-lille3.fr/revues/demeter/>.