HAL open science

Conditions de saillance et objectivité morphologique dans l'étude acoustico-musicale du paysage sonore

Daniel Mancero

To cite this version:

Daniel Mancero. Conditions de saillance et objectivité morphologique dans l'étude acoustico-musicale du paysage sonore. JIM 2019 Journées d'Informatique Musicale, LaBRI, May 2019, Bayonne, France. hal-03111480

HAL Id: hal-03111480

https://hal.science/hal-03111480v1

Submitted on 15 Jan 2021

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.

CONDITIONS DE SAILLANCE ET OBJECTIVITE MORPHOLOGIQUE DANS L'ETUDE ACOUSTICO-MUSICALE DU PAYSAGE SONORE

Daniel Mancero Baquerizo
CICM/Musidanse
Université Paris VIII
danmancero@gmail.com

RÉSUMÉ

Dans le domaine de la musique électroacoustique, les compositions fondées sur le paysage sonore[1] (*CfPS*) se caractérisent par l'utilisation de matériaux de base issus de l'environnement sonore. Cette pratique artistique est fondée sur les préceptes l'écologie acoustique et met l'accent tant sur les caractéristiques contextuelles du *paysage sonore* que sur la complexité syntaxique qui caractérise l'environnement acoustique. Or, lorsqu'on étudie les préceptes théoriques de l'écologie acoustique, aucun élément ne permet de connaître précisément les critères opérationnels d'ordre poïétique. La question se pose alors de savoir quels sont les enjeux esthétiques ayant trait à la pertinence syntaxique-musicale des matériaux qui structurent le répertoire des *CfPS*.

Dans cet article, nous présentons une série d'outils conceptuels ayant pour finalité de mettre en évidence les processus de convergence et d'articulation entre les divers événements sonores qui structurent la *CfPS*. Pour ce faire, nous étudions la relation entre les conditions de saillance musicale et les principes d'objectivité morphologique, eu égard à l'étude acoustico-musicale des *CfPS*.

1. INTRODUCTION

Le répertoire des *CfPS* s'inscrit dans le courant de l'écologie acoustique dont les principes fondamentaux répondent au besoin de disposer d'une nouvelle manière de comprendre le fait sonore : non comme un objet esthétique ni concret, mais plutôt comme un phénomène dynamique rapporté à l'environnement — tant au niveau physique (lieu) qu'au niveau social et culturel (communauté). Dans cette perspective, le créateur de *CfPS* déploie une série de stratégies de composition « ayant pour but d'aiguiser la conscience de chacun à tous les sons de l'environnement[2] », ainsi que de faire connaître aux auditeurs la musicalité de l'environnement sous forme de système de relations ayant lieu dans un environnement donné [25]. Toujours est-il que, du point de vue de l'analyste, l'étude de ce répertoire s'avère extrêmement difficile étant donné la rareté de documents rendant compte des étapes du processus de composition musicale.

Le paysage sonore étant le résultat d'une expérience esthésique de l'environnement acoustique, la question se pose alors de savoir comment le compositeur intervient au niveau poïétique lorsqu'il agit musicalement sur des éléments sonores complexes — issus d'un paysage sonore. Nous formulons l'hypothèse que, pour ce qui est de la *CfPS*, le paysage sonore est un dispositif dont la vocation musicale est d'ordre poïétique, en ce qu'il dénote des événements sonores hétérogènes à la fois saillants et dissociables les uns des autres. Sur cette base, nous partons du principe que l'étude des stratégies de *CfPS* doit passer par une évaluation multidimensionnelle des matériaux acoustiques saillants, en ce que tout élément dissociable et proéminent s'avère structurant dans le domaine des *CfPS*. Cela suppose 1) d'identifier les conditions de saillance musicale au sein de la *CfPS*, puis 2) de déterminer à partir de quels critères acoustiques ces conditions de saillance peuvent être mis en évidence.

2. PAYSAGE SONORE ET ARTICULATION MUSICALE

L'analyse du paysage sonore suppose d'affronter l'ambivalence temporelle qui caractérise cette forme d'art, déterminée par l'existence de deux temps discrets, « l'un exogène qui fait apparaître les variations régulières des caractéristiques continues ou discontinues d'une période à l'autre, l'autre endogène, particulièrement adapté à l'étude des systèmes à mutations aléatoires, qui ne considère le phénomène qu'aux instants où se produisent les discontinuités [4] ».

En prenant en considération les préceptes fondamentaux de la théorie gestaltiste sur l'analyse musicale [9], nous considérons qu'il est possible d'envisager une analyse musicologique cohérente, compte tenu de la complexité temporelle qui caractérise ce répertoire. À cet égard, nous partons du constat que les instants de discontinuité favorisent la création de représentations auditives pendant le processus de perception et d'interprétation de l'information de l'environnement [2]. Puis, nous inférons que les facteurs de discontinuité s'avèrent des éléments porteurs de forme en ce qu'ils constituent les points d'articulation dans un continuum sonore.

Nous sommes partis du principe qu'une saillance « se distingue nettement par contraste par rapport à son fond, l'espace "substrat" dans lequel habite la forme [23] ». Puis, en émettant l'hypothèse (liminaire) que ce

[1] Nous avons traduit le terme anglais *Soundscape Composition* par composition fondée sur le paysage sonore — dorénavant abrégée sous l'acronyme *CfPS*.
[2] [21] Toutes les traductions ont été réalisées par l'auteur.

contraste phonique serait déterminé notamment par les niveaux élevés d'amplitude des signaux acoustiques, nous avons implémenté un dispositif d'analyse fondé sur la distribution de Dirac pour le calcul des pics d'amplitude (figure 1).

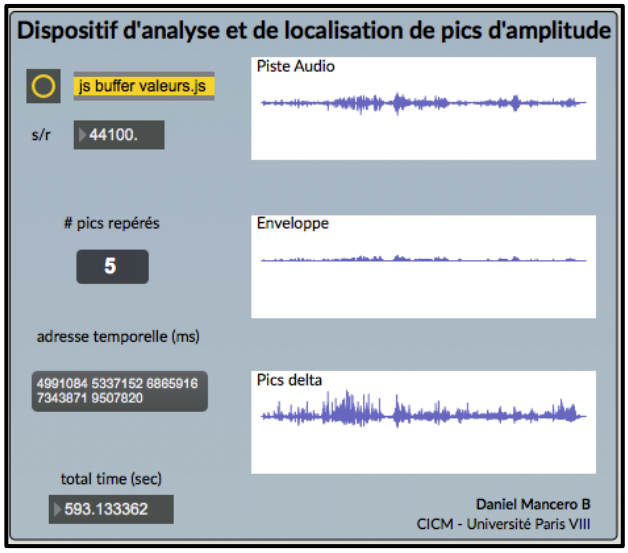

Figure 1. Dispositif d'analyse et de localisation de pics d'amplitude

En ayant recours au langage de programmation javascript[3], nous avons calculé la quantité d'énergie des échantillons audio selon un seuil d'amplitude et un paramètre d'hystérésis[4] réglables. Le seuil d'amplitude sert à fixer une valeur limite du dessus de laquelle les valeurs sont considérées comme des pics d'énergie, tandis que la valeur de hystérésis détermine l'écart entre le seuil fixé et les valeurs calculées.

Le code dont il est question se structure en trois parties, à savoir

a) un module de lissage et d'atténuation des hautes fréquences par filtrage unipolaire passe-bas (figure 2) ;

b) un module d'analyse des pics d'amplitude (figure 3) ;

c) une section destinée à l'imposition d'un seuil d'amplitude et d'une valeur de hystérésis (figure 4).

```
var piste = Buffer("piste_x");
var enveloppe = Buffer("enveloppe");
var delta = Buffer("delta");

function bang() {
    var len = piste.length();
    enveloppe.send("setsize", len);

    /// RMS enveloppe
    var feedback_coeff = 0.999;
    var feedback_sample = 0.0;

    for (var i=0; i<piste.framecount(); ++i)    {
        var source_sample = piste.peek(1, i, 1);
        var squared = source_sample * source_sample;
        var moyenne = feedback_sample * feedback_coeff
+ squared * (1.0-feedback_coeff);
        var root = Math.sqrt(moyenne);

        enveloppe.poke(1, i, root);
        feedback_sample = moyenne;
}
```

Figure 2. Module de lissage et d'atténuation des hautes fréquences

```
    var feedback_sample = 0.0;
for (var i=0; i<piste.framecount(); ++i)    {
    var source_sample = enveloppe.peek(1, i, 1);
    var squared = source_sample * source_sample;
    var moyenne = feedback_sample * feedback_coeff
+ squared * (1.0-feedback_coeff);
    var root = Math.sqrt(moyenne);

        enveloppe.poke(1, i, root);
        feedback_sample = moyenne;
// cette répétition sert à adoucir l'enveloppe//
}

delta.send("setsize", len);
var max = 0.0;
for (var i-0; i<delta.framecount(); ++i);  {
    var diff;
if (i==0)
diff = 0.0;
else
diff = enveloppe.peek(1, i, 1) - enveloppe.peek(1, i-1, 1);
delta.poke(1, i, diff);

if (diff > max)
max = diff;
}

var scale = 1.0/max;
for (var i=0; i<delta.framecount(); ++i)  {
    delta.poke(1, i, delta.peek(1, i, 1)*scale);
}
```

Figure 3. Module de normalisation et d'analyse

[3] Pour la consolidation de ce script, nous avons étudié l'accès au tampon mémoire MSP, en Max. Pour ce faire, nous avons adapté le code développé par Timothy Place [17].

[4] L'hystérésis étant la propriété présentée par un système dont l'état à un instant donné dépend de toute son évolution antérieure

```
var threshold = 0.75;
var hyster = 0.25;
var triggered = false;
var attaques = new Array();

for (var i=0; i<delta.framecount(); ++i) {
    var val = delta.peek(1, i, 1);
    if (val > threshold && triggered == false)   {
      attaques.push(i);
      triggered=true;
}
else if (val < hyster)   {
    triggered = false;
}
}
outlet(0, attaques);
```

Figure 4. Module de déclaration des variables d'analyse

Avec ce dispositif, il est possible d'identifier et de localiser avec beaucoup de précision les pics d'amplitude les plus saillants à l'intérieur d'un paysage sonore. Plus précisément, il permet de cibler l'adresse exacte des saillances correspondantes, et donc d'aborder l'étude structurelle des *CfPS* à partir de l'analyse des événements saillants, du point de vue temporel. Or, il convient de se demander si, en suivant cette méthode de calcul, toutes les typo-morphologies qui s'avèrent saillantes à l'écoute peuvent être repérées (au moins une fois) de par leur amplitude, ou bien selon l'amplitude des transitoires d'attaque.

2.1 Expérimentation

Pour essayer de répondre à ces questions, nous avons calculé les pics d'amplitude dans « Sud I » de Jean Claude Risset (1985), de deux manières distinctes. En imposant un seuil d'amplitude de 75% dans le module de déclaration des variables d'analyse (figure 4), nous avons repéré cinq pics delta d'amplitude, tandis qu'avec un seuil de 50% nous avons trouvé trente-sept. En revanche, lors d'une étape liminaire de repérage auditif, nous en avons trouvé cent-quatre-vingt-cinq, de diverse typo-morphologie[5].

Autre le critère d'amplitude, cette différence rend compte de la prévalence d'autres critères acoustiques ayant une incidence sur le caractère saillant des matériaux repérés. De ce fait, compte tenu de la méthodologie décrite dans [9], nous avons consolidé un outil complémentaire d'analyse comparative, fondé sur la base de calcul et de détection de pics de Dirac présentée ci-haut. Dans le but d'identifier l'adresse temporelle de toutes les saillances perçues, ce deuxième dispositif[6] permet de visualiser les pics d'amplitude calculés suivant la méthode décrite, en même temps qu'il permet de connaître l'adresse temporelle des saillances inventoriés préalablement à l'aide d'autres logiciels d'annotation et d'analyse (figure 5). Le dispositif proposé s'efforce ainsi de déterminer si l'amplitude est le seul critère dominant dans le repérage de saillances, dans une logique de corrélation temporelle[7]. De même, cet outil sert à mieux faire connaître l'emplacement des saillances dont la condition n'est point celle de l'amplitude.

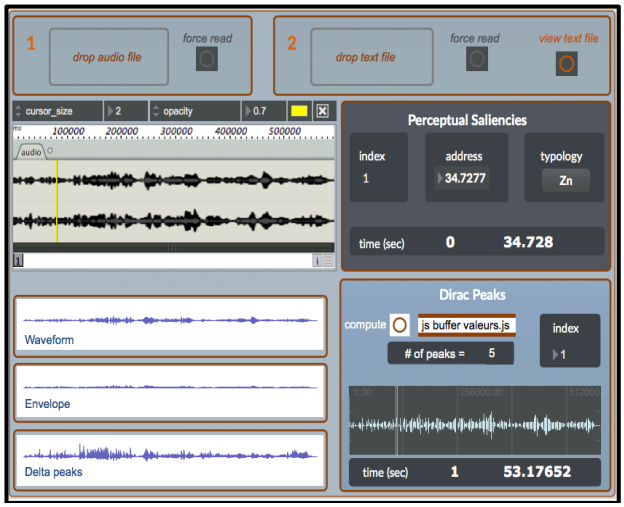

Figure 5. Patch de calcul des pics de Dirac en corrélation avec l'adresse temporelle des saillances repérées

Compte tenu de ce qui précède, la question se pose alors de savoir quelles sont les dimensions acoustiques (outre l'amplitude) ayant une incidence sur la perception de saillances.

3. CONDITIONS DE SAILLANCE

Si nous prenons en considération que le dispositif de calcul des pics de Dirac permet de repérer le début d'un son saillant de par son amplitude, nous inférons que cet outil permet de localiser les transitoires d'attaque de quelques événements sonores proéminents de l'environnement. Puis, en sachant que les transitoires s'avèrent essentielles pour l'identification sonore en ce que les indices les plus importants, du point de vue perceptif, se situent dans la phase d'attaque [5], nous inférons que le dispositif de repérage est toujours pertinent. Néanmoins, comme nous l'avons dit plus haut, ce premier dispositif centré sur l'amplitude n'est pas suffisant pour le repérage de la totalité des événements sonores qui structurent les *CfPS* — et donc le *paysage sonore*. Quelles sont alors les conditions de saillance des événements sonores issus de l'environnement ?

Conformément à la pensée de Fred Lerdahl [6], [7], on peut définir la *CfPS* — et d'ailleurs tout autre musique électroacoustique — comme étant « une succession d'événements qui engendre une musique où le paradigme stabilité/instabilité est détrôné [6] ». Dans les

[5] Réalisée à l'aide du logiciel EAnalysis, cette étape de repérage est abondamment décrite dans [9]

[6] Pour accéder directement à ce dispositif, nous invitons le lecteur à visiter le lien suivant : http://danielmancero.com/outils-d-analyse-audio

[7] Cet outil est téléchargeable (et consultable) sur le site web http://danielmancero.com/outils-d-analyse-audio

travaux théoriques de Lerdahl à propos de la structure en musique, cette définition porte le nom de *surface atonale* [7] et sous-entend que toute musique n'ayant pas de conditions de stabilité « projette la saillance relative des événements [6] ». Dans ce contexte, le théoricien considère que « l'absence de conditions de stabilité rend la saillance d'autant plus importante cognitivement [que] […] la musique atonale fait s'écrouler la distinction entre saillance et importance structurale [6] ». Lerdahl propose donc de classifier les conditions de saillance à deux niveaux, à savoir

1) au niveau local — où « les facteurs se trouvent à la surface musicale [6] » ;

2) au niveau global, où les facteurs s'avèrent plus abstraits.

Selon l'idée que « les conditions de saillance agissent computationnellement les unes sur les autres à la façon de règles préférentielles [6] », il propose dix conditions de saillance sonore (tableau 1). Conséquemment, il affirme qu' « aux niveaux locaux, les facteurs se trouvent juste à la surface musicale […] », alors qu'aux niveaux globaux, les facteurs deviennent nettement plus abstraits. En ce qui concerne ces derniers, le théoricien met l'accent sur l'*importance motivique*, la *place dans la structure du groupement* et le *parallélisme* [6] ».

Les conditions de saillance		
1	Événement attaqué	Niveau local
2	Événement en position métrique forte	
3	Événement relativement sonore	
4	Événement doté d'un timbre relativement marqué	
5	Événement en position de registre extrême (aigu ou grave)	
6	Événement relativement dense	
7	Événement de relativement longue durée	
8	Événement relativement important sur le plan *motivique*	
9	Événement placé à côté d'une frontière de groupement	Niveau global
10	Événement parallèle à un choix fait ailleurs	

Table 1. Les dix conditions de saillance musicale selon [6]

3.1. Conditions de saillance et critères d'analyse acoustico-musicale

Compte tenu ce qui précède, nous proposons de définir un cadre conceptuel permettant de tisser des liens entre les dix conditions de saillance et quelques critères d'analyse acoustico-musicale. Force est de constater que, pour ce qui est des conditions au niveau local, les critères d'analyse peuvent être précisés à la lumière d'un processus d'évaluation centrée sur la qualité morphologique des événements sonores, alors que pour aborder l'étude des conditions de saillance au niveau global, il est besoin d'un dispositif d'analyse paradigmatique — capable de « faire ressortir la spécificité des principes fonctionnels d'organisation musicale [13] ».

Condition	Paramètre musical	Critère analytique
1	Attaque	Amplitude
2	Position métrique	Récurrence
3	Sonie	Amplitude relative
4	Timbre	Qualité du spectre
5	Registre	Étendue du spectre
6	Densité	Masse sonore
7	Durée	Facture sonore
8	Répétition/ variation	A. paradigmatique
9	Interruption/ changement	Séparation des flux audio
10	Répétition/ variation	A. paradigmatique

Table 2. Corrélation entre les conditions de saillance et les critères d'analyse acoustico-musicale

Sur la base de cette corrélation, nous estimons qu'il est possible d'esquisser un modèle fonctionnel ayant trait aux stratégies de composition fondée sur le paysage sonore à l'aide d'un outil de description acoustique multidimensionnelle. Il s'impose donc d'implémenter un dispositif de segmentation automatisée, le but étant de distinguer a) les points d'articulation au niveau acoustique, et b) les associations paradigmatiques (ou *traces récurrentes*) qui caractérisent et la *structure stylistique* et la *structure idiomatique* [12] des *CfPS*.

4. OBJECTIVITE MORPHOLOGIQUE

Étant donné que la notion de *paysage sonore* suppose l'existence d'un réseau écologique de relations acoustiques, l'étude des *CfPS* exige de mettre en place une stratégie d'analyse permettant d'identifier « l'ensemble des "faits" sonores […] susceptibles d'entrer dans la constitution d'une réalité sonore et/ou musicale agissant comme stimulus sur l'organisme [11] ». À ce propos, il convient de préciser que les *faits sonores* qui structurent le paysage sonore doivent être étudiés en tant que *Gestalten*, « c'est-à-dire en tant qu'unités organiques s'individualisant dans un champ spatio-temporel de représentation [15] » et susceptibles d'être désignées morphologiquement.

Nous pensons avec Petitot [16] qu'il existe un niveau « proprement morphologique des organisations perceptives sonores [dans lequel] se situe l'essentiel des

éléments porteurs de forme [15] ». Alors, nous formulons les hypothèses suivantes : a) que ce champ spatio-temporel de représentation qu'est le *paysage sonore* peut être appréhendé à partir d'une description acoustique des propriétés structurales des événements sonores ; b) que les conditions de saillance musicale peuvent être à la base des processus d'individualisation des événements acoustiques — ou *Gestalten.*

Compte tenu de ce qui a été dit dans la section 3.1 du présent article, nous partons du principe que les conditions de saillance peuvent être regroupées en deux catégories. La première catégorie concerne les spécificités morphologiques du son, et suppose la possibilité d'obtenir des renseignements musicaux spécifiques au moyen d'une description des spécificités acoustiques. En retour, la deuxième catégorie sous-entend la nécessité de repérer des dispositifs de récursivité acoustique au sein du répertoire, tant au niveau perceptif qu'à partir de ce que le compositeur lui-même laisse entrevoir au moyen de techniques d'agencement — telles que la répétition et la transformation.

Pour ce qui est de la deuxième catégorie, l'approche analytique proposée par le musicologue Nicolas Ruwet [19] s'avère essentielle. Elle consiste à définir les composantes repérées en tant qu'éléments *paramétriques* et *non paramétriques* : « [l]es éléments paramétriques se composent de paramètres sonores qu'il est possible de départager en oppositions binaires […], tandis que les éléments non paramétriques sont des paramètres formés d'un nombre si grand de composants [*sic*] qu'il est impossible de les regrouper en oppositions simples [17] ». Sur cette base conceptuelle, nous inférons que la méthodologie d'analyse paradigmatique s'avère adéquate pour l'étude des événements appartenant à cette deuxième catégorie, en ce qu'elle vise à rendre intelligible la forme globale des œuvres musicales à partir du repérage des *similarités d'ordre morphologique* — ce qui correspond à une mise en évidence des rapports relationnels, mémoriels et systématiques sans qu'il soit besoin d'une méthodologie d'analyse strictement sémiologique [10].

Compte tenu de ce qui précède — et dans l'hypothèse générale où la fonctionnalité musicale des *Gestalten* qui structurent les *CfPS* correspond bel et bien aux relations qu'entretiennent les structures stylistique et idiomatique[8] [12] —, la mise au point d'un dispositif d'analyse au niveau morphologique et paradigmatique s'avère indispensable.

4.1. Outil d'analyse comparative

Sur la base du dispositif illustré à la figure 5, nous avons mis au point un outil de segmentation par description audio — fondé sur la contiguïté entre la typologique des saillances repérées, leur adresse temporelle et les critères analytiques acoustico-musicale. Pour ces derniers, nous nous sommes appuyés sur les travaux de [14], [3] et [8] portant sur les dispositifs de description acoustique, visant à discerner les *éléments porteurs de forme* — autrement dit, les différents critères acoustiques relatifs à la distribution de la masse sonore, ayant une incidence directe sur la structure musicale des *CfPS*[9].

Critère analytique	Dimension acoustique	Descripteur
Amplitude	Amplitude	Sonie
Amplitude relative		RMS
Étendue du spectre	Brillance, distribution et équilibre spectrales	Kurtosis spectral
Qualité de la masse sonore		Asymétrie spectrale
		Roll-off spectral
		Barycentre spectral
		Inharmonicité spectrale
Facture sonore	Enveloppe	Pente spectrale
Récurrence	A. paradigmatique	A. paradigmatique
Séparation des flux audio	Classification typo-morphologique	Classification typo-morphologique

Table 3. Liste de descripteurs acoustiques en fonction des critères spécifiques de saillance

L'outil d'analyse que nous présentons ci-dessous a l'avantage de rendre évidents les points d'articulation au niveau unidimensionnel, selon un module de segmentation axé sur un petit nombre de spécificités acoustiques (voir table 3). Les descripteurs acoustiques ont été sélectionnés en fonction des critères analytiques de saillance (voir table 2), ainsi qu'en conformité avec les résultats précédemment publiés [9].

[8] Cette hypothèse a été formulée dans [9]. Nous sommes maintenant en mesure de faire le lien avec le modèle d'implication-réalisation (*implication-realization model*) proposé dans [12], ce qui confirme la pertinence de cette conjecture.

[9] Nous renvoyons le lecteur intéressé à [9]

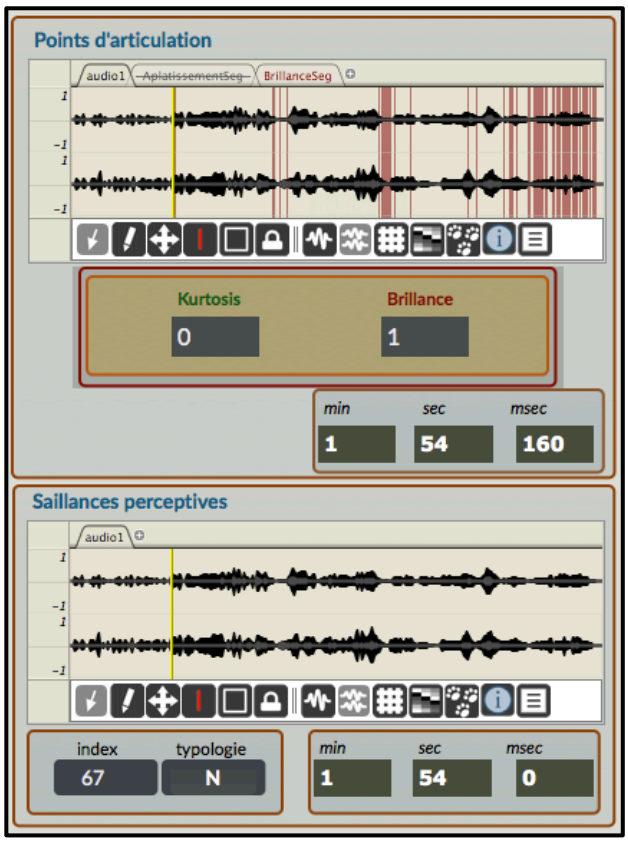

Figure 6. Dispositif d'analyse comparative

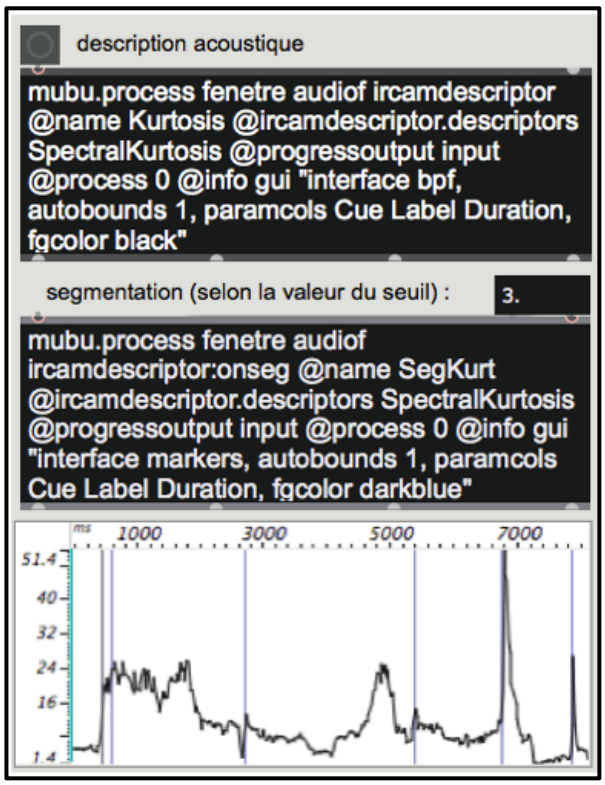

Figure 7. Module de description acoustique et de segmentation automatisée

Le dispositif que nous présentons a été mis en place en Max/MSP, en ayant recours aux bibliothèques Mubu[10], Pipo[11] et Ircamdescriptors[12]. Il permet d'accéder au domaine des spécificités acoustiques pour l'analyse de fichiers audio, dans une matrice multidimensionnelle de données complexes[13]. La piste étant stockée dans une mémoire tampon ou buffer (objet mubu), les spécificités acoustiques peuvent être calculées indépendamment dans une piste autonome — mubu.track. Puis, en faisant appel à la méthode de segmentation propre au plugin Pipo [22], les données de chaque piste peuvent être filtrées pour ne privilégier que les moments pertinents d'articulation acoustique (figure 7), à l'aide d'un seuil de discrimination réglable par l'utilisateur.

5. RESULTATS

À l'aide de ce dispositif, nous avons pu retracer la structure musicale des *CfPS* en fonction des spécificités acoustiques (multidimensionnelles) — en accord avec les conditions de saillance musicale. Après avoir analysé l'incidence de ces descripteurs acoustiques sur la forme musicale d'un corpus de douze pièces représentatives de la *CfPS*[14] — comme il ressort du tableau 4, nous sommes parvenus au résultat selon lequel, de manière générale et du point de vue strictement structurel, l'évolution sonore des *CfPS* peut être décrite de manière satisfaisante selon trois spécificités acoustiques différentes. Fort de cela, nous constatons que les stratégies de composition fondée sur le paysage sonore correspondent à des choix esthétiques personnels du compositeur — centrés sur trois *entourages ontiques*[15] d'agencement sonore, déterminés par :

1) la qualité sonore des événements — rendue explicite par leur degré d'aplatissement et de brillance spectrales ;

[10] Mubu (Multibuffer container for sound description) est une boite à outils pour l'analyse multimodale et la visualisation de données. Cette bibliothèque a été développée depuis 2009 par l'Équipe ISMM de l'Ircam. Pour approfondir, voir [22].

[11] Développé par l'Équipe ISMM de l'Ircam, Pipo est un plug-in API pour le traitement de flux multidimensionnels de données. Pour approfondir, voir [23]

[12] Ircamdescriptors est un progiciel d'analyse audio pour la description des spécificités acoustiques. Il a été développé par l'Équipe d'Analyse/Synthèse de l'IRCAM.

[13] Sa réalisation a été rendue possible grâce à des conseils reçus lors d'une consultation tenue à l'IRCAM avec le spécialiste M. Mikhaïl Malt — que nous remercions vivement.

[14] Allant de 1985 à 2013, ce corpus a été consolidé compte tenu aux principes théorétiques de l'écologie acoustique énoncés dans [20], [24] [25], [26] et [27] —pour ne citer qu'eux.

[15] Par *entourage ontique*, nous entendons un « champ à l'intérieur duquel une variable peut prendre des valeurs différentes sans que l'attribution de sens de la variable change [1] ». Nous empruntons ce terme à Jacopo Baboni pour souligner la potentialité expressive du paysage sonore en tant que *milieu* d'articulation.

2) la distribution spectrale des événements — rendue explicite par leur degré de brillance et de symétrie spectrales, et

3) l'harmonicité et la sonie des événements — appréhensible par leur sonie et par leur degré d'inharmonicité.

Critères	Méthode	Œuvres
Aplatissement spectral et brillance	Kurtosis, roll-off et barycentre	Sud I (J.-C. Risset 1985)
		Nous les Défunts (Y. Dauby 2016)
	Acuité spectrale, barycentre et RMS	Untitled Music for Geography (F. López 1997)
Distribution et symétrie spectrale ; brillance	Asymétrie spectrale, roll-off et brillance	Beneath the Forest Floor (H. Westerkamp 1996)
	Asymétrie spectrale, roll-off et RMS	Pendlerdrøm (B. Truax 1997)
		Metrophonie (D. Keller 2005)
	Asymétrie spectrale, Acuité spectrale et roll-off	Double Glazed (C. Hannan 2007)
	Asymétrie spectrale, RMS et brillance	Airport Symphony (C. Charles 2007)
Inharmonicité, amplitude et brillance	Inharmonicité, RMS et brillance	Pacific Fanfare (B. Truax 1996)
		Gently Penetrating beneath the Sounding Surfaces of Another Place (H. Westerkamp 1998)
		Untitled #203 (F. López 2007)
	Inharmonicité et RMS	Island (B. Truax 2000)

Table 4. Liste de douze pièces représentatives de la composition fondée sur le paysage sonore

6. CONCLUSION

Comme nous avons pu le démontrer, l'hétérogénéité des événements qui structurent le *paysage sonore* rend compte de la multidimensionnalité des conditions de saillance musicale au sein de la *CfPS.* Après avoir évalué la pertinence de la théorie de Lerdahl [6], nous constatons que la structure musicale des *CfPS* peut être appréhendée selon divers critères de saillance musicale, au niveau local. Pour découvrir les critères susceptibles d'avoir une incidence sur la structure musicale des *CfPS*, nous avons mis au point un petit nombre d'outils de segmentation et de description audio, le but étant d'étudier la corrélation entre les saillances perceptives et les spécificités acoustiques multidimensionnelles.

Sur cette base, nous inférons que les stratégies de composition fondée sur le paysage sonore relèvent de procédés spécifiques d'agencement syntaxique. Ces procédés ont lieu dans un champ poïétique prédéfini, déterminé par trois *entourages ontiques* dont la dissemblance ne tient qu'aux critères de saillance acoustique, à savoir 1) la qualité du timbre, 2) la qualité de la masse sonore, et 3) le pair inharmonicité/sonie.

7. REFERENCES

[1] Baboni, J. *La musique hyper-systémique. Une réponse possible*. Éditions MIX, Paris, 2007, pp.97-157

[2] Bregman, A. *Auditory Scene Analysis? The Perceptual Organization of Sound.* MIT Press, Londres, 1994, pp.3-9

[3] Bullock, J. et al., "LibXtract : A lightweight library for audio feature extraction", Proceedings of the 2007 International Computer Music Conference, Sweden, 2007.

[4] Couprie, P. *La visualisation du son et de ses paramètres pour l'analyse de la musique acousmatique.* Dossier d'habilitation à diriger des recherches, Institut de recherche en Musicologie, Université Paris-Sorbonne, 2015, pp.70

[5] Grey, J., *An Exploration of Musical Timbre Using Computer-Based Techniques for Analysis, Synthesis and Perceptual Scaling.* Stanford Univesity Press, 1975.

[6] Lerdahl, F., "Structure de prolongation dans l'atonalité", In McAdams et I. Deliège (éd.), *La musique et les sciences cognitives*. Bruxelles, P. Mardaga, 1989, pp. 103-135

[7] Lerdahl, F. "Prolonging the Inevitable", Revue Belge de Musicologie/Belgisch Tijdschrift Voor Muziekwetenschap 52, 1998, p.305

[8] Malt, M. et E. Jourdan, "La BSTD. Une représentation graphique de la brillance et de l'écart type spectral, comme possible représentation de l'évolution du timbre sonore", In Hascher Xavier, Ayari Monder (éds.), *L'analyse musicale aujourd'hui*. Delatour, Sampzon, 2015, pp. 111-128.

[9] Mancero, D. et al., "Composer à partir de la modélisation harmonique des soundscape-compositions. Quels enjeux pour l'analyse fonctionnelle des objets sonores ?, JIM Journées d'Informatique Musicale, Paris, 2017

[10] Meeùs, N. "Les rapports associatifs comme déterminants du style". Analyse Musicale 32, 2e édition, 1993, p.9-13

[11] Miereanu, C. *Fuite et conquête du champ musical.* Méridiens, Paris, 1995, pp.65-83

[12] Narmour, E. *Beyond Schenkerism. The Need for Alternatives in Music Analysis.* The University of Chicago Press, Chicago, 1977, pp.167-208

[13] Narmour, E. "Some Major Theoretical Problems Concerning the Concept of Hierarchy in

the Analysis of Tonal Music". Music Perception : An Interdisciplinary Journal, 1(2), 1983

[14] Peeters, G., "A large set of audio features for sound description (similarity and classification) in the CUIDADO project, Report-Audio Description, Ircam, 2004

[15] Petitot, J. et R. Thom, "Sémiotique et théorie des catastrophes…", Actes sémiotiques 47-48, Groupe de recherches sémio-linguistiques, Paris, 1983, pp.6

[16] Petitot, J. "Perception, cognition et objectivité morphologique", In McAdams et I. Deliège (éd.), *La musique et les sciences cognitives*. Bruxelles, P. Mardaga, 1989, pp. 243-256.

[17] Place, T. "Javascript access to MSP Buffer", [tutoriaux et documentation online] : https://cycling74.com/author/77/#.WHdvypLtuRs, site consulté le 12 janvier 2017.

[18] Roy, S. *L'analyse des musiques électroacoustiques : modèles et propositions*. L'Harmattan, Paris, 2003, p.265

[19] Ruwet, N. *Langage, musique, poésie*. Seuil, Paris, 1992, p.107

[20] Schafer, M. *Our Sonic Environment and the Soundscape. The Tuning of the World.* Destiny Books, Rochester, 1977

[21] Schafer, M. *Le son, bien entendu ! Appréhender le sonore en 98 activités.* Arcana, Ontario, 2011, pp.63

[22] Schnell, N. et al. "Mubu & Friends, Assembling Tools for Content Based Real-Time Interactive Audio Processing in Max/MSP", ICMC International Computer Music Conference, Montréal, 2009

[23] Schnell, N. "PiPo, A Plugin Interface for Afferent Data Stream Processing Modules, ISMIR International Symposium on Music Information Retrieval, Chine, 2017

[24] Thom, R. *Esquisse d'une sémiophysique. Physique aristotélicienne et Théorie des Catastrophes.* InterEditions, Paris, 1988, pp.17

[25] Truax, B. *Acoustic Communication.* Ablex Publishing Corporation, New Jersey, 1984

[26] Truax, B. "The Inner Complexity of Music", Perspectives of New Music, 32(1), 1994, pp.179-180

[27] Truax, B. "Soundscape, Acoustic Communication and Environmental Sound Composition", Contemporary Music Review15(1), 1996, pp.49-65

[28] Truax, B., "Sound, Listening and Place: The aesthetic dilemme", Organised Sound 17(3), Cambridge University Press, 2011, pp.1-9