

Université de Montréal

Processus de composition et inspiration scientifique

Démarche critique

Modèles physiques et sociologiques

Traitement et spatialisation en temps réel

par Cédric CAMIER

Secteur électroacoustique, Faculté de musique

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de
Maîtrise en Musique (M. Mus.), option Composition Électroacoustique Avril, 2015

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Processus de composition et inspiration scientifique

Démarche critique

Modèles physiques et sociologiques

Traitement et spatialisation en temps réel

présenté par Cédric CAMIER

a été évalué par le jury composé de :

Jean Piché : Directeur

Nicolas Bernier : Président

Robert Normandeau : Membre

Mémoire accepté en : Décembre 2015

Résumé

Les conditions d'utilisation de théories scientifiques au cours du processus de composition musicale et plus généralement pour l'élaboration de théories esthétiques musicales sont au cœur du travail proposé. Une position critique est tout d'abord avancée relativement aux nombreux écueils historiques relevés. Elle permet d'en dégager quelques pistes d'exploration pour les processus compositionnels que je me suis proposé de suivre au fur et à mesure des pièces électroacoustiques et mixtes présentées. En particulier, des spécificités empruntées aux mécanismes vibratoires non-linéaires, aux modèles sociologiques déterministes ou prédictifs sont injectés au sein même des processus de création des mes œuvres. Cinq pièces sont présentées. Les thématiques et les contraintes occasionnées par les modèles empruntés sont décrits ainsi que les réalisations techniques qui leur ont servi de support. Chaque pièce présente donc une démarche et des outils technologiques et informatiques particuliers. Ces pistes exploratoires feront intervenir contrainte formelle, limitation du contrôle du compositeur, improvisation, traitement et spatialisation en temps réel et développements originaux implémentés en Max/MSP et en Python. Par ailleurs, un outil d'aide à la composition spatiale proposant une perspective inédite de visualisation du champs de pression produit par les trajectoires et par le système de reproduction virtuel, et développé pendant ma maîtrise est présenté.

Mots Clés : Processus de composition, Théories scientifiques, Électroacoustique, Musique Mixte, Traitement en temps réel, Modèles physiques, Modèles sociologiques, Composition Assistée par Ordinateur, Logiciel de spatialisation, Python, Max/MSP, Ableton Live.

Abstract

The use of science theories during the compositionnal process, especially in a purpose of esthetical properties abstraction is questionned. First, a criticist point-of-view is adressed, on the basis of several historical examples. A personnal method dedicated to the development of original compositionnal process were deduced. In particular, the specific mecanisms related to nonlinear vibrations and deterministic sociological model could be inserted into the creative processes. Five electroacoustic and contemporay music pieces are presented. Themes and constraints provoked by the model insertion are detailed. They gather form-constraints, control limitations, improvisation, real-time processing and real-time spatialization implemented in Max/MSP and Python. Moreover, a refined sound-field rendering tool dedicated to computer-assisted composition is introduced.

Keywords : Compositional process, Scientific theories, Electroacoustic, Contemporary music with electronic, Real-time processing, Physical modelling, Sociological modelling, Computer-assisted Composition, Spatialization software, Python Max/MSP, Ableton Live.

Table des matières

Avant-propos	3
1 Aux origines de ces travaux de maîtrise	3
1.1 Questionnements généraux	3
1.2 Questionnements sur les processus compositionnels observés	4
2 Brève présentation de mon parcours scientifique	6
3 Brève présentation de mon parcours musical	9
1 Question de recherche et création	11
1 Objectif du chapitre	12
2 Critique de quelques éléments dominants	14
2.1 L'institution et la partition	15
2.2 « Langage » musical	21
3 Inspiration de modèles	26
3.1 Relation entre science et musique	26
3.2 Inspiration scientifique	32
4 L'exemple des modèles dynamiques non-linéaires	34
5 Processus de composition : Principes à observer	35

2	Œuvres	37
1	Introduction	38
2	Mécanismes révolutionnaires familiaux	40
2.1	Idée fondatrice	40
2.2	Présentation du modèle	42
2.3	Influence sur le processus de composition	44
3	Description analytique	44
3.0.1	Structure allemande (0' - 1'08)	44
3.0.2	Structure française (1'08 - 2'23)	45
3.0.3	Structure tunisienne (2'28 - 4'13)	45
3.0.4	Structure anglaise (4'13-5'50)	46
4	Paf Gravitas	48
4.1	Idée fondatrice	48
4.2	Système d'objets musicaux	50
4.3	Analyse	51
5	La messe est dite. Vive la messe	55
5.1	Introduction	55
5.1.1	Thème	55
5.1.2	Instrumentation	55
5.1.3	Installation du dispositif	56
5.2	Système d'objets musicaux	58
5.2.1	Recherche de matériaux sonores	58
5.3	Dispositif de traitement audio en temps réel	59
5.3.1	Structure du programme Python	59
5.3.2	Traitement de texture par filtre	60
5.3.3	Entrées audio	61

5.3.4	Spatialisation en temps réel	61
5.3.5	Traitement rythmique par délais	62
5.3.6	Traitement rythmique par enregistrement et rediffusion de grains	62
6	L’Ivresse et le Progrès	63
6.1	Contexte	63
6.2	Introduction	63
6.2.1	Brève description technique	64
6.3	Inspiration du processus de composition	64
6.4	Système musical	65
6.5	Dispositif CYMBALE-TABLE TOURNANTE	67
6.6	Réalisation technique	69
6.6.1	Métronome, indicateur sonore de tempo, changement de métriques et de tempos	69
6.6.2	Angle-Based Amplitude Panning (ABAP)	72
7	Âpre teinte	73
7.1	Introduction	73
7.1.1	Contexte	73
7.1.2	Brève description	74
7.1.3	Valorisation	74
7.2	Approche	75
7.2.1	Idée générale et composition	75
7.2.2	Transmission à l’interprète	75
7.3	Interface	75
7.4	Système de traitement	76
7.5	Écriture de l’électronique	79

8	L'ivresse et le Progrès II	83
8.1	Introduction	83
8.2	Registre des modes d'excitation et de jeu	83
8.3	Traitement	84
8.4	Gestes sonores et structure	88
3	Projet d'outil d'aide à la composition spatialisée	91
1	Introduction	92
2	État des lieux d'outils existants	92
3	Projet d'outil d'aide à la composition spatialisée : SpaRT	96
4	Conclusion	105
1	Compositions et interaction scientifique au cours de ma maîtrise	106
2	Processus compositionnel : Perspectives futures	107
	Références	109
	Annexes	117
A	L' Ivresse et le Progrès. Notes	119
B	Autres collaborations	121
1	Sentir de Cacerolas	121
2	Kaüzac	122
C	La messe est dite. vive la messe. Code Python (extrait)	123
D	La messe est dite. vive la messe. Notes et partition	129
E	L'ivresse et le Progrès. Partition (extrait)	143

F Âpre teinte. Partition

147

Table des figures

2.1	Interprétations graphiques originales des structures familiales d’Emmanuel Todd. Les schémas se lisent de haut en bas. Chaque étage est une nouvelle génération les branches représentent les filiations (de droite à gauche : de l’ainé au cadet). Les teintes de gris illustrent le ratio de pouvoir et la quantité de bien familiaux accordés d’une génération à une autre	41
2.2	Le schéma d’entrée/sortie du patch OpenMusic de structure familiale	43
2.3	Structure formelle de la pièce <i>Mécanismes révolutionnaires familiaux</i>	43
2.4	Structure formelle avec récursions de la pièce <i>Paf Gravitass</i>	49
2.5	Détail du patch Live avec lequel a été créée la pièce Paf Gravitass. En bas à gauche se trouve le module Max4Live que j’ai écrit pour permettre une gestion de déclenchement aléatoire de clip audio suivant quelques paramètres	53
2.6	Création de <i>La messe est dite vive la messe</i> à la salle Claude Champagne de l’Université de Montréal (CRÉDIT PHOTO : Patrick Saint-Denis)	56
2.7	Plan de scène et routage des signaux	57

2.8	<i>La messe est dite. Vive la messe</i> : test et ajustement des réglages qui définiront les points d'interpolation sur le jeu du piano. Sur l'écran apparaissent les interfaces de contrôle du programme Python pour le traitement de texture par filtres	60
2.9	Expérimentation du couplage entre table tournante et cymbale	64
2.10	Répétition de la pièce <i>L'Ivresse et le Progrès</i> pour le Live@CIRMMT « Meaning of Format » (CRÉDIT PHOTO : Ofer Pelz)	69
2.11	Metronome-lecteur de structures métriques pour Max/MSP. Il était utilisé pour les répétitions et a permis l'ajustement rapide du tempo et des paramètres d'automation au moment de la répétition générale, le jour du concert .	70
2.12	Interface d'automations codées pour Max/MSP. Elles couvrent toute la durée de la pièce. Deux catégories ont été prévues selon le type de paramètre à commander : l'une couvrant une gamme de valeur de 0 à 127 (en haut et au milieu) et l'autre ouvrant une gamme de valeur de 0 à 9 (en bas)	71
2.13	Au workshop <i>Musical Gesture : Notation and performance of Live Electronic</i> avec Chantale Leclair et Jean-Marc Bouchard (CRÉDIT PHOTO : Ana dall'ara Majek)	74
2.14	En répétition avec Chantale Leclair. Réglage des paramètres de contrôle du geste sur le patch Max/MSP, avec interface APC40	76
2.15	Schéma de principe de l'interface nommée ELSA (Extension Lumineuse pour Saxophone Augmentée)	77
2.16	Patch Max/MSP de traitement croisé. Onglet du patch de traitement du signal micro du saxophone (a) et du signal du synthétiseur analogique (b)	78
2.17	Extrait de la partition de la pièce <i>Âpre teinte</i> . Écriture de la partie électronique en deux voies : commande (partie <i>ELSA</i>) et effet désiré (partie <i>Texture</i>)	80

2.18	Extrait de la partition de la pièce <i>Âpre teinte</i> . Écriture de la partie électronique en deux voies : commande (partie <i>ELSA</i>) et effet désiré (partie <i>Texture</i>)	81
2.19	Sous-patch Max/MSP de gestion de traitement sonore et rythmique de la pièce <i>L'Ivresse et le Progrès II</i>	85
2.20	Sous-patches de contrôle d'entrée (gauche) et de sortie (droite) créés pour le contrôleur Midi APC40 pour l'interfaçage en temps réel du patch de gestion de la pièce <i>L'Ivresse et le Progrès II</i>	86
2.21	Sous-patch de contrôle rythmique gérant une affection de réglages (<i>presets</i>) aux différentes chaînes de traitement pour la pièce <i>L'Ivresse et le Progrès II</i> .	87
3.1	Capture d'écran du logiciel OCTOGRIS, développé par le Groupe de recherche en immersion spatiale (GRIS) de l'Université de montréal	93
3.2	Capture d'écran du logiciel SPATIUM	94
3.3	Capture d'écran du logiciel IANNIX	95
3.4	Idée à la base de SPART : Visualisation d'un champs de pression acoustique (a) correspondant à une scène auditive (b)	96
3.5	Logiciel d'aide à la composition spatiale SPART commenté	98
3.6	Reproduction avec une antenne linéaire de haut-parleurs en cohérence de phase	99
3.7	Reproduction avec une antenne linéaire de haut-parleurs soumis à une ligne de délais	100
3.8	Reproduction avec une configuration 5.1 pour une source virtuelle se situant à (a) 25 degrés du plan médian et (b) pour une source se situant à 100 degrés .	101
3.9	Reproduction avec une antenne circulaire de haut-parleurs soumis à une ligne de délais	102

Liste des tableaux

1.1	Classement chronologique des principaux traités (source [17] corrigée et complétée). Les traités contemporains sont dénotés par (●), parmi les théories scientifiques (sans point)	28
1.2	Classement chronologique (suite) des principaux traités (source [17] corrigée et complétée). Les traités contemporains sont dénotés par (●), parmi les théories scientifiques (sans point)	29

Liste des sigles

HOA	:	Higher Order Ambisony
WFS	:	Wave Field Synthesis
VBAP	:	Vector Based Amplitude Panning
FM	:	Frequency Modulation
ENSTA	:	École Nationale Supérieure des techniques Avancées, Paris, France
CIRMMT	:	Centre of Interdisciplinary Research in Media and Music Technology, Montréal, Canada
GAUS	:	Groupe d'Acoustique de l'Université de Sherbrooke
GRIS	:	Groupe de Recherche en Immersion Spatiale
MAO	:	Musique Assistée par Ordinateur
CAO	:	Composition Assistée par Ordinateur
ELSA	:	Extension Lumineuse pour Saxophone Augmenté

Liste des fichiers joints

1. Fichier audio de la pièce *Mécanismes Révolutionnaires Familiaux*
2. Fichier audio de la pièce *Paf Gravitas*
3. Enregistrement audio de la pièce *La messe est dite. Vive la messe*
4. Enregistrement audio de la pièce *L'Ivresse et le Progrès*
5. Enregistrement audio de la pièce *Âpre teinte*
6. Extrait vidéo de la version improvisée de la pièce *L'Ivresse et le Progrès II*
7. Librairie Python de traitement, de ré-échantillonnage par couche de délais rythmiques, de spatialisation et de gestion d'évènements
8. Patch MAX/MSP de la pièce *L'Ivresse et le Progrès*
9. Programme stand-alone MAX/MSP du logiciel d'aide à la composition spatiale
SPART

Avant-propos

1 Aux origines de ces travaux de maîtrise

1.1 Questionnements généraux

Mes premiers frottements avec la musique acousmatique ont fait émerger un questionnement sur le noyau esthétique institutionnalisé commun aux processus compositionnels électroacoustiques. Questionner le cadre des créations musicales possède bien sûr un intérêt en soi puisqu'il est à l'origine de l'étude de l'évolution du travail de composition [28]. Dans le propos de ce mémoire, il est à l'origine d'une démarche compositionnelle personnelle. Les modifications de cadre et de processus compositionnel que je développe par la suite sont parties de la question suivante, excessivement large, naïve en apparence mais fondamentale du point de vue du compositeur : Pourquoi une œuvre musicale d'aujourd'hui¹ nous plaît-elle [13] ?

Plus précisément :

- Satisfait-elle un réconfort esthétique, structurel, émotif ?
- Suscite t-elle des interrogations, des surprises, c'est à dire de l'intérêt ? Si oui, de quel ordre ?

1. Le terme « aujourd'hui » est sélectionné pour sa neutralité. Il réfère aux créations musicales récentes, quelle qu'en soit la catégorie : actuelle, contemporaine, expérimentale, électroacoustique, populaire, etc

- Dans ce cas, pourquoi avoir choisi une telle forme musicale, pourquoi un tel genre ou un tel courant musical, chacun étant institutionnellement ou socialement connoté ?
- L'intérêt de l'œuvre prise dans son contexte est-il partiellement transposable à un autre contexte ?

1.2 Questionnements sur les processus compositionnels observés

Les observations suivantes dessinent les contours du parti-pris au fondement du travail de création effectué au cours de mon cursus de composition en électroacoustique à l'université de Montréal. Toutes imprécises ou contestables qu'elles soient, elles reflètent un instantané de réflexion de mon parcours d'étudiant-compositeur, un constat subjectif qui a attiré mon regard puis mes travaux vers le rapport du compositeur avec son cadre de création.

Comme le prévoyait E. Varèse [51], la composition électroacoustique semble aujourd'hui procéder d'une démarche de contrôle sur le rendu sonore² et ce au fur et à mesure du processus compositionnel. La composition instrumentale demande quant à elle une projection³ mentale de son interprétation par des instrumentistes. Ce sont les motifs harmoniques, rythmiques, timbraux et formels (résultant ou non d'une idée conceptuelle) qui sont à l'étude sous la plume du compositeur instrumental tandis que la texture sonore instrumentale proprement dite (le timbre physique) est projetée suivant l'expérience, la mémoire ou imaginée à partir de l'instrument de musique qu'il a sous la main. Ainsi, la pratique même du compositeur instrumental l'incite à se plonger dans un cadre de forme induit par l'aller-retour permanent entre l'écoute projetée de sa pièce et sa partition écrite. L'obligation du recours à la partition et la contrainte de ne pouvoir écouter directement une idée musicale jouée lui impose un recul

2. En effet, le compositeur ayant recours aux technologies d'enregistrement, de traitement de signal de filtres (délai, equaliseur, réverbération, etc) et de diffusion (table de mixage, système multi-canaux de spatialisation) contrôlera la perception acoustique finale d'une pièce diffusée, des sources sonores jusqu'aux filtres appliqués

3. Une écoute intérieure, un recours à *l'oreille interne* du compositeur

systématique sur sa composition. L'écrit lui propose d'observer l'évolution de son écriture sans la contrainte temporelle de l'écoute (qui appelle selon Bernard Sève un rapport particulier entre temporalité, mémoire et appréciation [41]). La contrainte de non-écoute physique de l'interprétation de sa pièce le pousse à concéder à l'avance une part d'interprétation hors de son contrôle direct et qu'il doit pourtant prendre en considération.

A contrario, la pratique du compositeur électroacoustique semble le pousser vers un travail sur les qualités audio intrinsèques de la séquence sonore en production : gestes et textures seront prioritairement questionnés, non dans leur existence idéale mais au fur et à mesure de leur production et de leur écoute. Les qualités précises de rendu audio lui apparaissent alors et une partie du travail de composition consiste à s'y attarder. Le fait même de transformer un enregistrement sonore aboutit fréquemment à des résultats parfois imprévus qui influencent la composition. L'accident produit ainsi régulièrement une matière sonore à exploiter. Le travail de production de « matières sonores », première étape de composition d'une pièce électroacoustique pour plusieurs compositeurs consiste en une succession d'essais-erreurs dont la validation finale au bout d'un certain nombre d'itérations vient alimenter la banque de sons conservés pour la pièce. L'observation de cette tendance dans le procédé d'écriture électroacoustique est circonscrite à mon expérience propre. Sans pousser trop en avant ces vues spéculatives, j'observe en composition électroacoustique actuelle une constante : la manière répandue de composer une pièce incite grandement à utiliser la capacité de contrôle précis sur le son, grâce notamment aux développements technologiques récents (depuis une soixantaine d'années) en synthèse analogique puis grâce aux outils de la M.A.O. D'ailleurs une des conséquences de cette perspective réside dans l'utilisation fréquente du champs lexical de la sculpture. De manière similaire au sculpteur, lorsque le compositeur électroacoustique transforme par des procédés de traitement de signal un enregistrement, il dit *sculpter* une *matière* sonore exactement telle qu'il la voit ou l'entend puis, tel un sculpteur, la présente telle quelle en public. Dans la continuité de cette façon

de penser, la spatialisation est d'ailleurs souvent abordée comme une manière de mettre en valeur une pièce, de même qu'une mise en lumière ou en espace d'une œuvre d'art plastique.

Ma question de recherche et création s'inscrira dans la continuité de cette observation concernant les implications des procédés usuels, propre à chaque école de composition. Je me suis intéressé à la question de l'utilisation du contrôle dans la composition de pièces électroacoustiques et plus généralement à l'interversion possible des processus créateurs décrits précédemment. Ma tentative s'est faite suivant deux volets :

- La projection timbrale au lieu d'une élaboration contrôlée pas à pas et l'écriture formelle faisant interagir détails et macro-structures ;
- L'instauration de cadres de processus créateurs différents de ceux que portent mes automatismes esthétiques personnels. Ces cadres seront puisés dans des disciplines connexes tirés de ma culture scientifique ou d'autres champs d'intérêt.

2 Brève présentation de mon parcours scientifique

J'introduis ici mon parcours scientifique pour permettre au lecteur de comprendre les raisons de ma curiosité pour les théories scientifiques appliquées à la musique et les raisons de mon engagement à formuler sur ce lien une analyse critique. Le contenu de ce parcours explique mon intérêt tout particulier envers l'importation en musique d'outils pratiques ou conceptuels issus de la mécanique non-linéaire en général et de la théorie du chaos en particulier. Ces sujets passionnants ont éclairé et largement étayé ma compréhension des mécanismes déterministes sociaux.

Mon parcours scientifique s'est développé autour de la thématique vibro-acoustique orientée vers l'acoustique musicale. Il a évolué à travers l'aéro-acoustique, la vibration

linéaire et non-linéaire des structures, l'identification et la reproduction spatiale de champs acoustiques et enfin la psycho-acoustique.

Plus précisément, au cours de mon Master de Recherche à l'Université de Poitiers et au Groupe d'Acoustique de l'Université de Sherbrooke, j'ai abordé le phénomène initiateur des flûtes sous la forme d'un modèle complexe d'interaction fluide-structure et sur lequel j'ai appliqué une stratégie de contrôle actif. Mon doctorat à l'Unité de Mécanique de l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA) consistait en l'élaboration d'un modèle prédictif fin de vibration non-linéaire de cymbale et son intégration numérique, doctorat au cours duquel il était question de développer des outils analytiques pointus décrivant des dynamiques non-linéaires et chaotiques. Les développements analytiques furent discrétisés sur la base de schémas numériques adaptés aux problèmes numériquement raides⁴ et en particulier selon un schéma original développé pour l'occasion. Ces recherches ont donné lieu à une implémentation numérique qui est aujourd'hui valorisée par Cyril Touzé et Stefan Bilbao⁵ dans des simulations de sons de cymbales et de gong en mouvement de grande amplitude.

Au cours de mon double Post-Doctorat au GAUS, l'une des deux thématiques était la fabrication d'un analyseur-resynthétiseur spatial haute-fidélité. Il consistait en une reproduction d'environnement sonore mesuré par une antenne de microphones puis restitué en environnement clos par le truchement d'un modèle vibro-acoustique complet au sein d'un contrôle de champ acoustique reproduit. En parallèle de ce volet d'extrapolation et de caractérisation de champ sous la direction d'Alain Berri et en collaboration avec Philippe-Aubert Gauthier et Yann Pasco, mon second projet de Post-Doctorat concernait l'identification de sources acoustiques en champs lointain. J'ai eu en effet à développer de pair des modèles théoriques de description de propagation et de rayonnement avec des

4. Un problème est dit *numériquement raide*, si sa solution par une méthode numérique ne peut être donnée en un temps de calcul raisonnable. Lorsqu'un système est raide (*stiff* en anglais), il faut suivre la plus petite échelle de temps pour s'assurer de la stabilité de la méthode de résolution

5. Université d'Edimbourg, *Acoustic and Audio group*.

algorithmes optimisés de localisation et de caractérisation.

Plus récemment, mon post-doctorat en cours à l'université de McGill et sous la direction de Catherine Guastavino est dédié à l'évaluation perceptive de champs sonores dynamiques spatialisés. Le cadre général du projet a pour objectif la mise en évidence d'indices auditifs de localisation spatiale reliés spécifiquement aux sources en mouvement. Une première étape, accomplie l'année dernière, était l'évaluation d'une source en mouvement circulaire en milieu réverbérant. Les résultats ont orienté l'étude vers l'évaluation systématique des paramètres du système de restitution et des algorithmes de spatialisation pour des champs dynamiques restituant des trajectoires sonores par modèle physique. Ces travaux s'inscrivent dans la continuité des explorations faites par Stockhausen sur les trajectoires spatiales⁶.

6. D'après le site de LEONARDO : Le 30 mai 1956 a lieu la première de *Gesang der Jünglinge* pour bande seule à la Maison de la Radio de Cologne. Pour la première fois, la pièce est composée pour cinq groupes de haut-parleurs répartis dans l'espace, tout autour et au-dessus des auditeurs. Plusieurs versions ont été mixées suivant les circonstances de diffusion. Si une version monophonique a été réalisée en 1956 pour une radiodiffusion, le compositeur considère la version avec cinq canaux comme une référence. La répartition spatiale des sons concrets et électroniques correspond à une fonction structurelle et non à une simple extension des paramètres perceptifs. La direction du son et son mouvement sont intégrés à la volonté de généralisation sérielle. « En incorporant un contrôle de la position dans l'espace, il aura été possible pour la première fois de démontrer esthétiquement l'application universelle de ma technique sérielle intégrale [45] » La musique électronique n'a pas été la seule à bénéficier de cette dimension. *Gruppen* fait entendre trois orchestres disposés en fer à cheval. L'auditeur doit être face à un orchestre et avoir les deux autres à sa droite et à sa gauche. En 1959, Stockhausen expérimente les sons électroniques de synthèse et la projection spatiale avec *Kontakte*. Cette œuvre existe en trois versions, une première sur deux pistes pour sons électroniques conçue pour la radiodiffusion, une deuxième sur quatre pistes pour une projection quadraphonique dans une salle et une troisième pour la scène, pour sons électroniques, piano et percussions, les deux premières réalisées dans les studios de la W.D.R. à Cologne. Les mouvements dans l'espace prennent six formes différentes : rotations, mouvements en boucle, alternances, sons fixes différents dans chacun des haut-parleurs, sons fixes identiques dans tous les haut-parleurs et points spatiaux isolés. Le matériel spécial, construit entre 1958 et 1960 pour *Kontakte* sera réutilisé pour *Hymnen*. Il s'agissait d'une « table de rotation » disposant d'un haut-parleur tournant posé sur une table dont le son était capté par quatre micros disposés en carré.

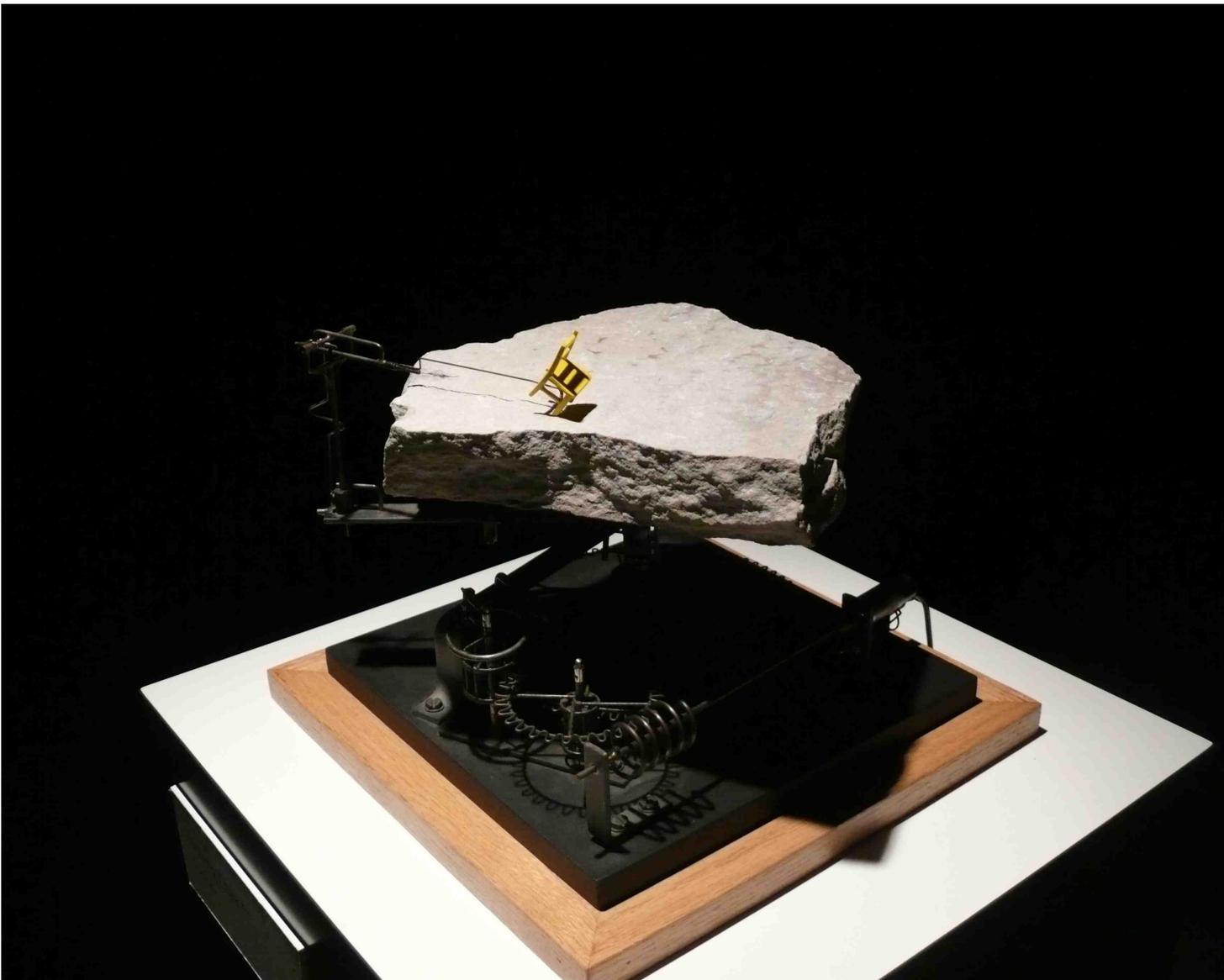
3 Brève présentation de mon parcours musical

J'ai poursuivi des études classique en solfège, piano et percussion à l'École Nationale de Musique et de Danse de Charleville Mézières, en France. J'ai ensuite obtenu mon Diplôme de Fin d'Étude en Solfège au Conservatoire de musique d'Arras puis ai suivi des cours de batterie à l'École Agostini de Lille dirigée par Adrien Zampieri orienté vers la musique actuelle et le jazz. Mes études scientifiques m'ont amené à Poitiers où j'ai suivi les cours de second cycle de piano et de troisième cycle de batterie jusqu'au Diplôme d'Étude Musicale (Médaille) de batterie. Au cours de mes études musicales, j'ai fait partie de plusieurs formations de musique actuelle, jazz et/ou improvisée. Je composais également des pièces électroniques expérimentales dans lesquelles j'explorais la zone frontière entre électro populaire, musique acousmatique et art sonore. C'est en voulant creuser cette voie que je me suis présenté à Jean Piché qui fut ensuite mon directeur de maîtrise.

Question de recherche et création

1

« Thinking Chair », Arthur Ganson, Art Electronica Museum of Future, 12 Nov. 2009.



1 Objectif du chapitre

Une voie de création originale redéfinit les *règles* de son art et parfois les *contours* de son art. Dans ma quête d'une démarche originale en musique électroacoustique, la première étape était de tenter de comprendre ce vers quoi nous entraînent les actuelles manières de faire, ce qu'elles permettent ou ne permettent pas. Leur histoire façonne un cadre qui oriente le compositeur vers certaines perspectives musicales. En particulier, observant l'omniprésence et la domination de la notion d'écriture dans la pratique académique, j'ai cherché à en cerner l'influence et les implications. Y voyant un domaine dont les frontières mériteraient d'être assouplies, j'ai ensuite tenté de m'en départir pour expérimenter des perspectives plus larges.

L'objectif du chapitre est de présenter une méthode pertinente pour élaborer des processus de création issus d'une idée extra-musicale et en particulier issus des sciences. Cette quête vers une démarche musicale originale prend appui sur l'analyse de quelques éléments historiquement dominants ancrés dans la composition de musique contemporaine. Détaillée dans la section 2 de ce chapitre, mon hypothèse critique est la suivante : l'élément qui préside à la méthode compositionnelle en musique contemporaine est l'« écriture musicale », particularisé par ce que l'on appelle le « langage musical ». Le « langage musical » est un terme d'usage répandu mais ses contours restent flous. On pourrait le définir par l'ensemble des méthodes d'écriture mélodiques, rythmiques, harmoniques, orchestratrices, structurelles, conceptuels, etc, particuliers à un compositeur ou à un ensemble de compositeurs (dans une période donnée par exemple). Cet ensemble de méthodes se fait dans le cadre des différents développements des règles de la musique écrite. Ma démarche au cours de cette maîtrise en composition fut d'explorer quelques processus compositionnels mettant en œuvre d'autres formes de création que celles issues de l'écriture musicale. En particulier, j'ai cherché ces processus dans des matières non-musicales pour me défaire d'éventuels automatismes qui tomberait sous le coup de mon hypothèse critique. Je les ai cherché dans des

matières qui ont mon expertise ou mon affection : les sciences exactes et les sciences sociales.

La proposition critique que je développe dans la section 3 de ce chapitre questionne la faisabilité d'un processus de création qui n'est pas nécessairement inclus dans le cadre des méthodes de composition usuelles. Afin de proposer un processus de création musical inspiré de l'extérieur mais pertinent pour la musique, les relations logiques entre source d'inspiration et production musicale doivent être pointées du doigt. Je ne propose pas l'explication systématique des liens entre source d'inspiration et les détails de la production musicale. Ces liens peuvent et doivent probablement rester du choix du compositeur. Ce dernier cherche à s'inspirer plutôt qu'à « sonifier ». Je propose par contre d'analyser les conséquences de l'application d'une matière, de ses lois, de ses fondements, sur la pratique compositionnelle. Dans le cas de la science, il s'agit par exemple de prendre garde aux objectifs d'universalité, aux principes positivistes qui sont sous-jacents aux concepts scientifiques. La musique possédant des principes et des objectifs transversaux, il convient d'analyser les fondements des lois empruntés avant de les transmettre à un système musical.

Ma recherche d'utilisation de phénomènes d'inspiration scientifique pour des processus de composition est notamment passée par un bref état de l'art sur la relation entre inspiration scientifique et musique. Cette relation fut nourrie par de nombreux compositeurs ou de théoriciens de la musique. À son étude émerge un écueil récurrent : celui, pour le théoricien ou le compositeur, de la tentation généralisatrice. Cette tentation est sans cesse attisée par l'exploration d'outils et de concepts scientifiques qui sont par essence généralisables puisque descriptifs de la nature.

Quelques exemples sont donnés, tels que les travaux de Schilinger ou ceux d'Hindemith. L'exemple des travaux de P. Boulez est détaillé pour plusieurs raisons :

- il est révélateur d'une tradition élitiste de grande influence sur l'histoire de la musique européenne ;
- il base les principes de son écriture suivant des principes scientifiques, en particulier en établissant des liens entre musique et langage ;
- son rôle est majeur dans l'histoire de la musique électroacoustique puisqu'il est le créateur de l'IRCAM dont le rayonnement distille une certaine forme de relation entre science et musique (modèle du Réalisateur en Informatique Musical notamment) ;
- il est un théoricien de la musique développant les notions d'écriture, d'appréciation musicale et de relation au savoir à travers un canevas sociologique.

À partir d'observations menées sur la base de quelques éléments historiques du lien musique-science, des lignes directrices seront dégagées pour l'élaboration de mes processus de composition.

2 Critique de quelques éléments dominant la composition de musique contemporaine

La musique classique puis contemporaine s'est historiquement et prioritairement développée autour de l'écriture musicale. Cette prédominance n'est pas évidente *a priori*. D'autres formes musicales se sont développées à travers l'histoire et les civilisations sans lien avec l'écriture musicale. Elles ne sont pas plus, ou moins intéressantes dans le sens où l'« intérêt » porté collectivement au sujet de l'art, est une appréciation construite culturellement et socialement à un moment donné de l'histoire. Les formes musicales qui se sont développées sont toutes représentatives d'un moyen d'expression communément admis à l'intérieur d'un groupe social, en confrontation, en couplage ou en parallèle à d'autres formes d'expression musicale. ce sont les fruit d'écosystèmes que l'on ne peut hiérarchiser.

Les conditions qui ont donné une importance particulière au rôle de l'écriture dans la création musicale méritent d'être analysées. Les fonctions de l'objet musical écrit, la partition, apportent une justification pratique à l'emploi de ce puissant outil. Le contexte historique du développement du solfège, son usage par les lieux d'enseignement du savoir musical, expliquent le rôle prédominant qu'a joué l'écriture dans la fabrication et le maintien d'élites musicales. Ils expliquent également le statut supérieur qu'a acquis la musique écrite en comparaison de toute autre forme musicale qu'elle soit d'origine extra-européenne ou intra-européenne.

2.1 L'institution et la partition : deux outils aux effets puissants et historiques

Au cœur de toute évolution de la pensée musicale se trouve l'écriture, on ne peut y échapper sous peine de précarité et d'obsolescence

Pierre Boulez [6]

Cette citation de P. Boulez est représentative d'une pensée musicale puissante et ancrée dans l'Europe de la seconde moitié du XX^{me} siècle. Elle pose l'*écriture musicale* comme un outil primordial, comme une nécessité impérieuse *dans* et *pour* l'évolution musicale. Pierre Boulez est un représentant historique et un défenseur avéré de la « musique savante ». La « musique savante », appelée également « musique sérieuse » ou « grande musique » désignent les processus de composition comprenant des fonctions structurelles et théoriques avancées. Elle est, par désignation, régulièrement érigée au rang d'art musical le plus abouti et donc le plus *intéressant*. Ces deux caractères (abouti et intéressant) sont des postulats nourris d'ancrages intellectuels et hiérarchiques profonds. Bien que discutables, ils sont communément admis, appris et défendus par une communauté de praticiens professionnels et d'amateurs avertis. Ces caractères présupposent que l'acte musical est plus élevée lorsqu'il est composé par l'écrit. La valeur de la composition musicale tiendrait donc dans l'écriture.

Une évaluation analytique de la qualité d'une musique tiendrait donc nécessairement dans l'outil de production technique lui-même : la partition.

Les trois fonctions de la partition sont l'archivage, l'aide à la composition et la communication de la musique aux musiciens interprètes. Si ces fonctions codifient, étendent et transmettent la musique pensée par un compositeur, la pensée compositionnelle n'est pourtant pas entièrement incluse dans la partition. Le lien pensée musicale / partition a donc une différence fondamentale avec le lien pensée abstraite/langage. En effet, plus qu'un simple outil de communication, les mots sont les outils nécessaires à l'abstraction. L'abstraction est l'exercice initiateur de la formation de représentations des idées et consécutivement des liens entre elles. Les idées abstraites sont donc par essence liées au langage [40]. On ne peut donc avoir une idée de récit ou de fragment de roman en dehors de l'écriture. Cependant, on peut avoir une idée musicale, et en particulier compositionnelle, en dehors de l'écriture musicale. Une idée compositionnelle qui peut être décrite comme une organisation de timbres, de voies, de sensations auditives dans le temps, n'est pas systématiquement liée à l'écriture et corollairement n'en tire pas son essence. La partition écrite est néanmoins un outil formidable de représentation de cette organisation d'idées. Outil d'autant plus utile qu'une fois la composition accomplie par l'écrit, la partition est d'ores et déjà prête à être lue par ceux qui peuvent la traduire en sons.

La partition est, au sens propre, l'action de partager, de diviser quelque chose en plusieurs parties.

En musique, une partition est un recueil contenant les différentes parties d'une œuvre (symphonie, opéra, etc.) superposées sur la page pour être lues simultanément par le chef d'orchestre. Par extension, le terme s'applique à tout texte musical écrit, qu'il ait ou non plusieurs parties (on dit : partition d'une sonate pour piano seul).

La notation musicale, qui répond à un code précis, doit être chiffrée, mais, sans même en avoir déchiffré le sens, l'aspect visuel d'une partition peut être très beau à voir graphiquement et déjà signifiant. La lecture simultanée d'une partition d'orchestre demande des connaissances musicales approfondies car elle permet d'« entendre » mentalement l'œuvre dans son ensemble sans qu'elle soit jouée. La partition est déjà l'œuvre, mais en puissance et en quelque sorte endormie et qui attend la mise au jour et le réveil que lui apportera l'exécution instrumentale.

Lise Florenne, Définition de la partition dans le *Vocabulaire d'Esthétique* de Souriau [43]

Comme tout bon code de communication, la partition remplit efficacement son rôle de transmission de l'information aux interprètes par exemple. Ainsi, l'on m'a enseigné en cours de composition mixte que plus l'écriture est précise et minutieuse, plus l'interprétation reproduira précisément la volonté du compositeur. De plus, cette qualité de précision peut se reconnaître à travers l'écoute d'une pièce ; elle peut être appréciée et même évaluée dans un contexte de jury par exemple, avantage indéniable dans un système d'évaluation institutionnel. L'importance donnée à la musique écrite au XX^{me} siècle est liée à l'évolution des techniques instrumentales qui demandent une écriture très précise du son désiré. Le compositeur est devenu plus familier avec les différentes possibilités de production du son, très différentes de celles du XIX^{me} siècle où la hauteur et le rythme étaient les paramètres par excellence. Les compositeurs ont dès lors développé des systèmes d'écriture très personnalisés et qui sont le résultat d'une recherche associée au timbre de l'instrument en question.

Plus en amont, la partition est surtout un outil qui permet au compositeur de prendre du

recul sur l'organisation de ses idées musicales. De manière similaire, un texte argumentatif écrit permet de prendre du recul sur l'organisation, la progression, l'équilibre des arguments, les exemples et des articulations logiques. Ce recul, libérant la mémoire, permet au compositeur de passer à son gré d'une vision globale à un point de détail, d'une organisation de forme, de motifs, vers une organisation de timbres, de voix d'instruments, etc. Il a devant lui un plan de sa composition. Cependant si le travail de complexité, d'équilibre, de manipulation de ce plan est fécond en idées compositionnelles, les idées musicales ne peuvent être réduites à ce plan. L'écriture ne contient en effet pas tous les aspects musicaux [33]. D'autres méthodes de production compositionnelle existent telle que l'improvisation, la représentation non graphique, la création collective, le langage computationnel, tous aussi féconds. Ces méthodes existent et parfois prévalent suivant les contextes sociétaux¹, les périodes historiques ou suivant la discipline musicale. Le fait de trouver ces méthodes et leurs productions respectives, dignes d'intérêt, d'en évaluer la portée affective ou intellectuelle puis de les hiérarchiser revient à poser la question de la construction sociétale de l'appréciation. Question que l'on ne se posera pas mais que Pierre-Michel Menger et Pierre Bourdieu ont largement développée [28, 7].

Conjointement à l'évaluation par la partition, promue ainsi au premier rang des critères d'appréciation qualitative d'une œuvre musicale contemporaine vient celle de la qualité de lecteur et d'analyste d'une partition. En somme, il s'agit de l'expertise de savoir non seulement décrypter les notes en valeurs de temps et de hauteurs mais également de traduire l'écriture en *langage musical*² et en dénoter les références de genres, d'époques, d'auteurs, etc. Autrement dit, en sus de ses trois fonctions premières, la partition est un bon moyen d'évaluation institutionnel permettant de jauger les compétences de son auteur relativement aux techniques des différentes matières enseignées et reliées jus-

1. sociétal : Qui se rapporte à la structure, à l'organisation ou au fonctionnement de la société.

2. Nous reviendrons par la suite sur l'emploi abusif de ce terme qui s'est vidé de sa précaution métaphorique.

tement à l'écriture. La précision du solfège, la maîtrise de l'orchestration, la richesse de l'harmonie en sont les exemples historiques. Ainsi que le rappelle Thierry Opillard, [33] à propos du rôle de producteur et interprète de musique autrefois indissociables,

« [les sociétés d'écriture] ont, de par leurs modes d'organisation et de production des biens et des savoirs, entraîné un découplage de ces deux fonctions. Cette cassure est définitivement scellée en France au moment de la Révolution [Française en 1789] et de la création du Conservatoire de Paris [en 1795]. Le but était d'instrumentaliser et de domestiquer la musique au profit de l'État et de la classe sociale qui accédait au pouvoir. L'écriture de la musique est devenue une compétence rare, savante, réservée à l'élite du monde musical. Il est décrété qu'on n'a plus besoin que d'exécutants, les interprètes, d'une musique pensée ailleurs que dans la masse des pratiquants. Et pour les former, s'est mis en place un arsenal d'infrastructures lourdes et de pédagogie qui organisaient l'alphabétisation musicale avec le culte du solfège ; l'organisation pyramidale de la société musicale se déclina de la sorte : les compositeurs au sommet, puis les chefs d'orchestre, viennent ensuite les instrumentistes solistes, puis de chambre, puis d'orchestre.

Thierry Opillard, [33]

Cette évolution est encore visible dans l'organisation actuelle des conservatoires en France ainsi que dans les institutions universitaires en Amérique du nord. En effet, pour l'entrée en doctorat de composition de certaines universités, la partition reste le seul document valable d'évaluation, au détriment de l'écoute de la musique sur support fixe par exemple.

Si la communauté électroacoustique est victime de cette classification discriminante, il lui arrive, en petite sœur admirative, d'en répercuter le principe subordonateur. Il se trouve des adeptes de l'écriture compositionnelle acousmatique, pourtant relégués au second rang des compositeurs sur l'échelle élitiste, qui ferment à leur tour les frontières de leur domaine aux règles de production qui lui sont originellement étrangères (composition générative, improvisation, etc). Ce domaine relativement jeune de composition avait pourtant pour but de

s'ouvrir à la panoplie des sons, des techniques et aux usages de la technologies naissantes et aux révolutions esthétiques en cours [5] comme l'ont conduit Stockhausen, Varèse, Xenakis, etc. L'art acousmatique s'est en effet enrichi et diversifié à travers plusieurs branches telles que la musique concrète³, la musique spectrale⁴, la musique expérimentale⁵, l'Elektronische musik⁶, etc. Dans le cas particulier de la France, elle semble malheureusement s'être alourdie dès sa naissance d'un souhait de reconnaissance élitiste de la part du système institutionnel ; Schaeffer ayant choisi par exemple pour des raisons politiques de sacrifier l'inscription en classe d'acousmatique ouverte à tous les candidats au profit d'une sélection par un examen de solfège, et ce au moment du rattachement de sa classe au Conservatoire Supérieur de Musique et de danse de Paris. J.-M. Jarre, qui fut de ses élèves au moment de cette transition et qui reste un héritier fidèle de l'école de Schaeffer fera la remarque suivante.

Pour moi, il y avait un potentiel extraordinaire dans la manière de pratiquer la musique électroacoustique, qui aurait pu toucher l'éducation, et que Schaeffer a complètement loupé. Plutôt que de se tourner vers le conservatoire, il aurait mieux valu se tourner vers le ministre de l'éducation nationale. Il fallait essayer d'en profiter, au moment où justement les structures étaient en train d'exploser, se dire : il faut absolument changer la méthode d'apprentissage de la musique, et ne pas tomber dans les méthodes, que je qualifierais d'ésotériques ou para-musicales — dont certaines sont très bien— mais qui n'étaient pas suffisantes. Là il y avait quelque chose où Schaeffer pouvait avoir un rôle fondamental. Finalement pour des raisons de reconnaissance personnelle, il n'est pas allé dans cette direction, il a voulu absolument, au fond, devenir le pendant de Messian au conservatoire.

Jean-Michel Jarre [22]

Ainsi, pour certaines écoles de pensée aujourd'hui, les règles sous-jacentes d'une œuvre électroacoustique tiennent dans le développement d'une *écriture* et ultimement d'un *langage*

3. Pierre Schaeffer, François Bayle, Michel Chion, etc

4. Hugues Dufour, Tristan Murail, Gérard Grisey, etc

5. John Cage, La Monte Young, etc

6. Karlheinz Stockhausen, etc

musical. Nourries d'une volonté de raffinement, portées par une inertie historique elle-même teintée d'enjeux académiques, elles restreignent un champs d'action et musèlent un potentiel d'exploration.

2.2 L'emploi abusif de l'expression « Langage musical »

La métaphore est d'usage courant en matière d'expression musicale. Elle permet de s'accorder avec un interlocuteur sur une image commune sensée représenter le fond de la pensée. La satisfaction qu'elle procure pour l'entendement pousse son auteur à développer ensuite les liens entre le concept initial et l'image en question. Il faut pourtant prendre garde à ce que, dans l'esprit des interlocuteurs, le concept qu'elle illustre ne finisse pas par être soumis aux règles de l'image métaphorique qu'elle emprunte. Spécifiquement, on fait souvent usage du terme « langage » pour décrire les particularités de la musique d'un compositeur. Cette métaphore, empruntée à la linguistique, est pratique puisqu'elle permet de décrire les éléments d'une musique comme des motifs (*mots*) ayant une fonction dans le *discours* musical, *s'accordant* entre eux pour produire un *sens* global. Les termes devraient être discutés mais des développements excessifs sont d'ores et déjà permis. Ainsi l'on parle de *langage* indifféremment pour des traits de techniques compositionnelles, pour l'usage de certaines règles, pour l'emploi de certains modes de jeu, pour l'emploi de certains effets, etc, qui sont caractéristiques du travail compositeur. Pourtant, l'usage du terme *langage* dévoie les caractéristiques propres de la discipline musicale. Comme le synthétise Mathilde Vallespir⁷ :

7. Maître de Conférence à l'université de Paris 4 en sémiotique littéraire et comparée

La musique est parfois réduite de force à des catégories verbales qui lui sont étrangères, ce qui a deux conséquences : d'une part, l'assimilation (abusives) des deux systèmes, et l'écrasement de la spécificité de chacun d'eux^a, d'autre part, le gauchissement des concepts transférés^b

a. la musique se voit imposer un mode de structuration verbale

b. Il en va ainsi pour la notion de polyphonie, gauchie par son transfert en linguistique, et pour celle d'isotopie ou d'énoncé/énonciation en musicologie

[50]

Il est ainsi doublement abusif de parler du langage musical d'un compositeur. Un code de représentations symboliques signifiant n'est pas un langage. Un panel d'objets musicaux signifiants développé par un compositeur et transcrit par un code symbolique l'est encore moins.

Plus précisément, on trouve dans le *Vocabulaire d'esthétique* de Souriau les définitions suivantes : « **Un** langage est un système de signes, c'est-à-dire un ensemble de faits perceptibles, servant intentionnellement et conventionnellement à évoquer de façon fixe des contenus de pensée, pour communiquer. **Le** langage est la fonction mentale d'utilisation de tels systèmes. Une langue est un système particulier du langage vocal, groupant certains sons pour en faire des mots, organisant les mots en phrases selon certains principes ». S'agissant de son emploi dans le domaine des arts, Anne Souriau poursuit : « Parmi les idées reçues, il en est une bien souvent admise comme allant de soi : que l'art est un langage, puisqu'il peut transmettre des contenus d'idées. Mais il faut faire une grande différence entre *signifier*, *évoquer* et *suggérer*. Il y a langage, à proprement parler, que s'il y a *signification codée*, où certains éléments sensibles *veulent dire* régulièrement quelque chose. Or c'est loin d'être le cas pour toute forme d'art ; même si elle peut transmettre par évocation ou suggestion une pensée même riche et profonde, appeler cela langage est une impropriété. »

Sans aller plus loin dans la déconstruction de l'amalgame entre langage et sémantique

musicale, mis en avant notamment par l'anthropologue Claude-Lévi Strauss⁸ puis précisée et développée plus récemment par Jean-Jacques Nattiez⁹, on notera dans le cadre de ce mémoire que ce que l'on a coutume d'appeler *langage musical* n'est ni exhaustif, ni complet. Respectivement, des idées musicales peuvent être créées et transmises sans lui et la représentation abstraite et symbolique qu'est l'écriture musicale ne représente jamais entièrement la musique. En particulier, l'interprétation est toujours présente et il est impossible de représenter un timbre complexe grâce à l'écriture musicale. On ne peut qu'indiquer des moyens pour tenter de produire un timbre idéal.

L'on peut parler préférablement de **système d'objets musicaux (signifiants)**. En effet, un système se définit par :

1. un ensemble défini d'éléments ;
2. régit par un ensemble défini de lois ;
3. à l'intérieur de frontières délimitées.

L'ensemble d'éléments peut être ou non dénombrable et les frontières peuvent être ouvertes ou fermées. Une telle définition possède un potentiel à la fois généraliste et pratique car elle peut précautionneusement emprunter aux opérations mathématiques qui régissent les ensembles. En particulier les opérations d'union et d'inclusion. Par exemple, formulons l'hypothèse que toutes les idées musicales possibles forment un ensemble soumis à un ensemble défini mais non connu de lois (d'articulations temporelles, signifiantes rythmiquement, harmoniquement, texturalement, etc) à l'intérieur des frontières de l'écoute musicale (unité d'art, de temps, de lieu), le compositeur peut se définir comme le créateur de sous-systèmes découvrant ou inventant ses propres éléments musicaux et ses propres lois. Il crée alors en modifiant des sous-systèmes c'est-à-dire en provoquant la variation de leurs frontières. Il peut aussi créer en contradiction avec des sous-systèmes existants, c'est-à-dire par exclusion. La

8. dans « L'efficacité symbolique » [25]

9. dans « Musicologie générale et sémiologie » [31]

recherche du sens de l'œuvre consisterait alors en la recherche des frontières autour des éléments et des lois qui forment l'unité sémiologique créée.

Cette proposition de définition musicologique ne fait pas ici l'objet d'une recherche documentée. Elle conduit cependant à la réflexion suivante : il existe un grand registre d'outils théoriques clairement définis qui peuvent servir à la pédagogie des processus de composition. Contrairement à l'idée reçue, leur simplicité ne va pas à l'encontre de la richesse de la pensée musicale. Il est regrettable que des outils théoriques simples soient en butte à une propension qui consiste à complexifier le discours musical. Cette propension continue en fait d'être l'arme d'une entreprise élitiste de scission entre intellectualité musicale [32] et public non-initié¹⁰.

Cette entreprise de scission avait commencée dès les premiers temps des sociétés de musique qui valorisaient leur outil de distinction : l'écriture. La musique contemporaine et acousmatique a hérité de l'essence de cet outil de distinction, mus dans une version plus abstraite et plus globale : le fameux *langage* musical.

L'abus de cette extrapolation intellectualiste est révélée par exemple dans la tentative de P. Boulez à formaliser rigoureusement la syntaxe sérielle en langage. Une étude critique approfondie est menée par François Nicolas¹¹. Dans un compte-rendu critique de *Penser la musique aujourd'hui* [32], François Nicolas montre que l'intention formelle du cheminement boulezien est rigoureuse. Il relève cependant une transition vers un discours plus rhétorique que logique face à l'impossibilité d'établir une sémantique musicale. P. Boulez transformera finalement sa promesse de démonstration en construction d'une école esthétique.

10. Non-initié est choisi ici pour son sens triple : néophyte, profane et non-introduit aux us et coutumes d'un groupe

11. compositeur et professeur associé à l'École Normale Supérieure (Ulm) de Paris

La théorie boulézienne du nouveau langage sériel nous délivre ainsi son intention profonde par sa mutation en une esthétique du thématisme : cette mutation atteste en effet la fidélité de Boulez à l'axiome fondateur de son intellectualité musicale. Pour Boulez, penser la musique aujourd'hui, c'est la penser comme nouveau langage musical. C'est par la catégorie de langage musical que Boulez noue, de façons variées, les différentes dimensions de son intellectualité musicale. C'est cette catégorie qui rend compte à la fois de la naissance de la théorie musicale boulézienne et de sa mutation en pleine course vers l'esthétique.

[32]

Et ainsi l'auteur d'émettre ses conclusions sur le langage :

Le point de partage essentiel avec Boulez porte sur la musique comme langage : il est à mon sens possible et même nécessaire de déployer une intellectualité musicale rigoureusement contemporaine qui récuse en matière de musique la référence du langage. Si la musique est bien une pensée, une pensée à l'œuvre, l'existence de cette pensée (comme à dire vrai de bien d'autres pensées, en matière d'autres arts bien sûr mais aussi de mathématique, de politique, d'amour,...) n'a nulle obligation d'être conçue comme langage. À mon sens, comme à celui d'autres, le problème difficile aujourd'hui n'est plus de réfléchir comment pourrait-il y avoir de la pensée en-dehors du langage mais bien plutôt l'inverse : à quelles conditions tel déploiement dans le langage peut-il relever d'une pensée véritable et pas simplement d'un bavardage ? Il faut donc déprendre radicalement la pensée musicale du modèle langagier

[32]

D'autres exemples d'entreprise de théorisation musicale à partir de concepts scientifiques se soldant finalement par une proposition esthétique auraient pu accompagner l'exemple de P. Boulez. Dans [17], le lecteur intéressé pourra trouver notamment un chapitre sur la tentative finalement tronquée de Xenakis à formaliser une écriture musicale systématique à partir de modèles stochastiques.

Comme nous le verrons par la suite à travers plusieurs autres exemples historiques, il faut en matière de dialogue science-musique, différencier :

1. l'intention musicale nourrie par la science (inspiration dans les processus de composition)
2. la pensée musicale employant méthodes et théories scientifiques (théories à soumettre à la critique scientifique)

3 Inspiration par des modèles traduisant la complexité du monde

3.1 De la relation entre science et musique

La création diffère de la recherche musicale par l'usage que l'une et l'autre se trouvent faire des modèles scientifiques. L'une se préoccupe de la rigueur des critères de la connaissance, l'autre utilise la fécondité et l'autonomie productrice de l'analogie, et recourt de façon métaphorique aux modèles.

[15]

Depuis Pythagore et Aristoxène, la relation entre science et musique concerne principalement la théorisation de la musique. Depuis cette époque, deux grands courants prédominent. Le premier se base sur l'observation de la nature et cherche à montrer comment la musique en découle. Le second tente de comprendre et d'établir les lois du fonctionnement interne de la musique. Les arguments avancés par les deux camps composés chacun de théoriciens purs ou de compositeurs théoriciens ne manquent pas. Ces arguments sont souvent péremptoires mais jamais décisifs. Et cette infatigable dissension peut être résumée par le dilemme « Peut-on arrêter que la musique est un phénomène se développant de manière rationnelle à partir de faits logiques ou naturels, ou au contraire qu'elle est essentiellement humaine, aléatoire, insaisissable ? » [17].

Avec le développement fulgurant de la physique, l'acoustique, la physiologie et les mathématiques au cours du XIX^{me} siècle, ont fleuri plusieurs théories très inspirées. Un classement chronologique non-exhaustif des traités correspondants est présenté dans les tableaux 1.1 et 1.2. Au XIX^{me} siècle, on note principalement deux théories de grande ampleur, celle de Helmholtz et celle de Durutte, et ce parmi les théories développant le système de Rameau et celles tentant des rapprochements incertains avec la physiologie. Au XX^{me} siècle, l'intérêt pour la physiologie laisse place à celui pour la psychologie. D'inspiration physicienne ou mathématique, les monographies se sont alors multipliées : Hindemith, Ansermet, Stockhausen, Xenakis, etc.

Tout excitantes soient leurs démarches, ces projets théoriques de la « formule générale des chants » [30], des « lois de l'enchaînement dans la mélodie et l'harmonie » [16], n'adoptent qu'une partie de la démarche scientifique rigoureuse. Des hypothèses reliant la physique, les mathématiques, sont faites mais elles aboutissent généralement à une description de pratiques musicales au détriment de la vérification expérimentale de leur théorie avec la réalité musicale. La promesse de Hindemith en est symptomatique : « pour que les résultats discordants d'un enseignement suranné ne conduisent pas à plus d'incertitudes et de calamités, il faut construire à nouveau des fondements solides » [20] . De solidité il est question en effet. Son observation de phénomènes acoustiques simples le conduit à établir un principe d'« intangibilité des harmoniques » reconnu soi-disant physiologiquement par l'oreille. L'oreille nous montrant « combien les nombres et la beauté, les mathématiques et l'art sont liés » ¹². Hindemith en déduit entre autres un classement d'accords selon leur degré de dissonance qui

12. Notons pour anecdote que l'oreille s'accommode fort bien de relations in-harmoniques entre partiels puisque le rapport de la quinte juste en tempérament égal est de $2^{7/12} = 1,498307$, nombre non-rationnel. Le tempérament égal est adopté depuis la fin Renaissance. On la trouve en particulier dans l'accord du clavecin. L'accord de piano moderne et ses inharmonicités acoustiques ne permettent pas d'adopter un tempérament égal, mais non plus une gamme de Pythagore. La nécessité d'utiliser ces « inharmonicités » (au sens acoustique) vient contredire le principe d'intangibilité des harmoniques d'Hindemith puisque les rapports des notes entre elles dans les accordages réels ne sont pas des rapports algébriques de nombres entiers également répartis. Ils ne sont même pas égaux d'un piano à un autre.

1803	MOMIGNY J.-J.	<i>Cours complet d'harmonie et de composition</i>	
1809	CHLADNI E.	<i>Die Akustik</i>	•
1816	MOREL A.-J.	<i>Principe acoustique nouveau et universel</i>	
1828	DERODE V.	<i>Introduction à l'étude de l'harmonie</i>	
1832	BLEIN A.-F.-A	<i>Principe de mélodie et d'harmonie</i>	
1834	MÜLLER J.-P.	<i>Handbuch der physiologie des Menschen</i>	•
1844	FETIS F.-J.	<i>Traité complet de la théorie et de la pratique de l'harmonie</i>	
1845	DAY A.	<i>A treatise on harmony</i>	
1847	WRONSKY J.-H.	<i>Messianisme, ou réforme absolue du savoir humain</i>	•
1855	DURUTTE C.	<i>Technie ou lois générales du système harmonique</i>	
1861	FECHNER G.	<i>Elemente der psychophysik</i>	•
1863	HELMHOLTZ H.	<i>Die lehre von en Tonempfindungen</i>	
1866	OETTINGEN A.	<i>Harmoniesystem in dualer entwicklung</i>	
1884	LOQUIN A.	<i>Algèbre de l'harmonie</i>	
1888	HENRY C.	<i>Cercle chromatique</i>	
1890	STUMPF C.	<i>Tonpsychologie</i>	•
1894	GUYOT E.	<i>La boussole de l'harmonie universelle</i>	
1898	RIEMANN H.	<i>Geschichte der musiktheorie</i>	•
1907	BUSONI F.	<i>Esquisse d'une nouvelle esthétique musicale</i>	
1925	WHITEHEAD A.-N.	<i>Science and the modern world</i>	•
1927	HÁBA A.	<i>Neue harmonielehre des tonsystems</i>	
1930	CARILLO J.	<i>Rectificación básica al sistema musical clásico</i>	
1933	WYSCHNEGRADSKY I.	<i>Manuel d'harmonie à quarts de tons</i>	
1933	BIRKHOFF G.-D.	<i>Aesthetic measure</i>	•
1934	BACHELARD G.	<i>Le nouvel esprit scientifique</i>	•
1937	HINDEMITH P.	<i>Unterweisung im tonsatz</i>	

TABLE 1.1: Classement chronologique des principaux traités (source [17] corrigée et complétée). Les traités contemporains sont dénotés par (•), parmi les théories scientifiques (sans point).

1941	SCHILLINGER J.	<i>The schillinger system</i>	
1949	SHANNON C.-E.	<i>The mathematical theory of communication</i>	
1952	HINDEMITH P.	<i>A composer's world</i>	
1956	STOCKHAUSEN K.	<i>Wie die zeit vergeht</i>	
1958	MOLES A.	<i>Théorie de l'information et perception esthétique</i>	
1959	POPPER K.	<i>The logic of scientific discovery</i>	•
1959	HILLER L.-A. ISAACSON L.-M.	<i>Experimental music</i>	
1961	ANSERMET E.	<i>Les fondements de la musique dans la conscience humaine</i>	
1961	STOCKHAUSEN K.	<i>Einheit der musikalischen zeit</i>	
1963	XENAKIS Y.	<i>Musiques formelles</i>	
1966	SCHAEFFER P.	<i>Traité des objets musicaux</i>	•
1966	PLOMB R.	<i>Experiments in the tone perception</i>	•
1968	BARBAUD P.	<i>La musique, discipline scientifique</i>	
1972	TANNER R.	<i>La différenciation qualitative des psycharithmes</i>	
1973	FORTE A.	<i>The structure of atonal music</i>	
1974	LEIPP É.	<i>Acoustique et musique</i>	•
1975	YASSER J.	<i>A theory of evolving tonality</i>	
1976	XENAKIS Y.	<i>Musique, architecture</i>	
1983	LERDAHL F.-L. JACKENDOFF R.-S.	<i>A generative theory of tonal music</i>	•
1984	MURAIL T.	<i>Spectres et lutins</i>	
1989	HESSE H.-P.	<i>Grundlagen der harmonik in mikrotonaler musik</i>	

TABLE 1.2: Classement chronologique (suite) des principaux traités (source [17] corrigée et complétée). Les traités contemporains sont dénotés par (•), parmi les théories scientifiques (sans point).

lui permet de corriger les suites d'accords jugés horribles. Il se garde alors d'enseigner à ses étudiants comment organiser les tensions entre groupes d'accords et se contente de montrer une solution meilleure en piochant dans ses tables. Il procède sans prouver le principe de progression harmonique qu'il a édicté, sans même questionner la nécessité de résolution harmonique. À la fin de son traité, il conclut pouvoir prouver, nature à l'appui, que « la tonalité est une force comme l'attraction terrestre ». Il distingue donc la *bonne* musique, tonale car reliée selon lui aux propriétés physique du *son*, de la *mauvaise* musique qui les ignore [17].¹³

Son exemple montre les excès d'une mauvaise appropriation de la démarche scientifique, qui peut se résumer ainsi : des hypothèses mal formulées (ici le rapport entre la dynamique des milieux continus et physiologie de l'oreille) à propos d'un système non défini (ensemble des critères d'appréciation musicale) et dont les lois de déduction sont plus rhétoriques que logiques (causalité entre physiologie et appréciation). Les points majeurs qui font défaut à

13. Dans la même lignée mais dans un style argumentatif plus fallacieux, Jacques Ducros dira dans sa conférence donnée au Collège de France [14] à propos du futur de l'atonalité, que la vraie musique possède un langage unique commun à la musique savante pré-atonalité et à la musique populaire et qui se décline en styles (et ce serait là le génie des vrais compositeurs). Afin de prouver l'inutilité du langage atonal, sa démonstration passera par la reconnaissance de fausses notes dans une œuvre de Beethoven puis dans une autre d'Alan Berg. Le néophyte pouvant identifier les fausses notes dans la première, les spécialistes incapables de le faire dans la seconde. Il poursuit sur l'appréciation de la musique atonale : les élèves compositeurs subissent la *contrainte* de cet apprentissage alors qu'ils vont naturellement vers la tonalité ; les disques de musique atonale ne se vendent pas ; personne n'est capable de reconnaître les erreurs dans ces œuvres ; ces œuvres nous laissent froids (ni frissonner, ni tressaillir) ; elles n'évoluent pas dans l'histoire. Il termine sa démonstration en proposant une raison logique à tout cela. Dans une suite de motifs atonaux, personne ne peut prédire la suite, tout est acceptable. Ainsi, il achève par l'antithèse rapide et accrocheuse : « en s'attendant à tout, on est surpris de rien ». Lui emboitant le pas, Karol Beffa fustigera les tentatives d'explosion des cadres musicaux précédents et prêchera le retour au style néo-classique en arguant que le *véritable* progrès est de reconnaître les valeurs *véritables* de la musique [18]. Une réponse détaillée largement référencée est donnée par Philippe Manoury dans son blog[27] dans laquelle il s'étonnera : « *Que ne tente-t-il pas, notre Aristarque, l'expérience avec des êtres qui n'ont pas été éduqués dans notre culture ? Pense-t-il peut-être que la musique tonale est universelle ? Les musiques du Japon, de Bali, de l'Afrique, de l'Inde, du Moyen Orient (dans lesquelles Ducros peinerait probablement à déceler des fausses notes) ne reposent pas sur le système tonal. Pourquoi ne chasse-t-il pas les fausses notes également chez Stravinsky ou Bartók ?* » Après une déconstruction méticuleuse des articulations de la conférence, Manoury regrettera « *ce sempiternel ressentiment à l'égard de la génération des prédécesseurs. L'arrogance qui est la leur aujourd'hui semble singer celle des avant-gardes des années 50 qu'ils condamnent. Mais, à la différence de ces dernières, ils ne nous font partager que leur désolation, ne nous montrant guère d'autres chemins que celui qui nous ramènerait au bercail* ».

cette articulation argumentative sont le questionnement des relations logiques et la vérification des affirmations successives. Une démarche similaire est conduite par Schillinger, auteur consacré du système du même nom [42]. Dans le millier de pages d'abaques présentant les possibilités d'associations d'accords à 1, 2, 3, ..., 18 notes, pourtant facilement réductibles à quelques lignes bien formulées, Schillinger propose la possibilité d'une notation géométrique supérieure au système de notation existant. Notant des facteurs géométriques de conversion possibles entre musique baroque et œuvre contemporaine, il propose ainsi l'amélioration de pièces existantes, celles de Bach par exemple. Grâce à ses travaux, il entrevoit même l'émergence d'un futur métier de la musique, celui d'« ajusteur ».

Ces écueils traduisent la difficulté de mettre en relation, tout du moins pour les rapprochements théoriques, des matières aux fondements et aux objectifs si divergents. L'objectif de la musique n'est en effet pas l'explication du monde. De même, ses fondements ne sont pas la découverte de lois de la nature. La compréhension des lois qui régissent la musique connue à ce jour procède d'une volonté rassurante et d'une quête d'unicité. Même s'il s'avère que la musique n'est comprise que lorsqu'elle évolue dans un certain cadre réglé (plus ou moins ouvert), elle trouve bien souvent son intérêt dans les bords de ce cadre. Son essence est donc en contradiction avec l'un des principes clé de la physique : la délimitation des frontières du système d'étude.

Les critiques portées à l'égard des théories présentées se veulent constructives. Elles mettent en évidence certaines dérives excessives, totalitaires ou parfois présomptueuses de théoriciens sous couvert de mandat scientifique. Heureusement, ces théories pseudo-scientifiques tombent justement sous le couperet de la rationalité des matières qu'elles invoquent. Ainsi, c'est parce qu'elles utilisent les liens déductifs et ont une prétention universelle qu'elles sont plus facilement réfutables par les outils décisifs de la science comme la vérification des hypothèses de causalité ou la validation par l'expérience. Cependant, le crédit accordé à certains auteurs ne l'a été que grâce à la méconnaissance scientifique de

leur public. Ainsi, à propos du système de Schillinger, Backus résume : les « méthodes de Schillinger n'ont aucun fondement scientifique ou mathématique, et affirmer qu'elles en ont est se livrer à une supercherie aux dépens d'un public sans défense [2] », et à propos de la théorie d'Hindemith, Regamey[37] conclut « une des raisons du succès de ce système fut d'avoir été créé pour justifier une méthode de composition qui, somme toute, existait déjà ».

Pour ce qui est des rapprochements avec les théories des sciences humaines, des mêmes pratiques peuvent malheureusement avoir cours sans que les outils d'examen ne permettent d'être aussi rapidement décisifs quant à leur sérieux. Des théoriciens peu méthodiques peuvent affirmer avec aplomb, couvert par le bénéfice du doute, c'est à dire de ce qui peut être de l'ordre du choix entre plusieurs théories ou méthodes possibles de sciences humaines. L'exemple des théories musicales basées sur des principes scientifiques nous appelle à la vigilance, si l'on veut éviter de s'empêtrer dans des voies confuses et incommunicables.

C'est une précaution qui m'a accompagné dans l'élaboration de mes processus de compositions d'inspiration scientifique.

3.2 De la science comme source d'inspiration théorique et pratique

On trouve un regain d'inspiration de certains compositeurs d'aujourd'hui issus des nouvelles technologies et des grandes percées scientifiques. En particulier, certains outils scientifiques font directement référence à la structure complexe du fonctionnement humain. Par exemple, les développements algorithmiques imitant la gestion d'information par réseaux de neurones montrent des résultats performants en terme d'intelligence artificielle, de résolution de problème et d'apprentissage. On peut avoir recours aux réseaux de neurones pour la reconnaissance et l'appariement de signatures visuelles ou acoustiques par exemple [23]. La connaissance des éléments de la signature s'avère gigantesque et prohibitive et le réseau de neurones agit en boîte noire sur des problèmes ciblés uniquement. Les algorithmes génétiques reproduisent quant à eux le mécanisme de brassage génétique de la reproduction des mam-

mifères. Ils sont également un outil puissant de fonctions d'optimisations, largement utilisé dans des problèmes numériques dont les solutions ne peuvent être obtenues analytiquement. Ils permettent notamment de simuler des comportements de systèmes vivants, c'est à dire, répondant à des règles qui peuvent être transgressées, avec un facteur stochastique, sans être complètement aléatoires, et ce à moindre coût de calcul [1, 52, 53, 4]. Les outils de représentation ou d'analyse de systèmes chaotiques sont un autre exemple des avancées scientifiques que l'on peut rapprocher de systèmes vivants. Certains sociologues y ont eu recours pour analyser plus finement les mouvements de masse, ou les trajectoires sociales [24].

À mon sens, ces outils scientifiques particuliers sont pertinents pour la théorie musicale et le développement d'outils d'aide à la composition. En effet, ils permettent d'établir le lien avec le caractère « humain » de la musique, c'est-à-dire son caractère à la fois ordonné mais imprévisible, et l'entendement rationnel des lois qui la déterminent.

Ces outils sont des modèles d'évolution non-linéaire qui trouvent leur application aussi bien dans les matières scientifiques habituellement convoquées par la musicologie telles que les mathématiques, l'acoustique, la dynamique, que dans les sciences informatiques ou les sciences humaines. Leur champ d'application est large car ils sont proches du processus de réflexion humaine. Ils s'apparient donc naturellement à la manière d'aborder ses sujets d'étude. En particulier, les modèles de dynamique déterministe chaotique réconcilient direction globale et possibilité locale de changement. Un tel modèle établit précisément le comportement à court terme mais devient impossible à prévoir à long terme, à cause de sa complexité ou de ses grandes variations. C'est ce qu'on appelle la sensibilité aux conditions initiales. Pourtant le comportement dynamique global à long terme peut être circonscrit dans un ensemble-limite. Cet ensemble s'appelle un attracteur. On en dénombre cinq types : *ponctuel*, *quasi-périodique*, *périodique*, *étrange* et *spatial*. Les différents types de comportements chaotiques sont décrits exhaustivement dans le cours de Paul Manneville [26] et rapportés à des phénomènes usuels dans l'ouvrage de vulgarisation de Bergé, Pomeau et Vidal [3]. Par

ailleurs une explication plus technique du degré quantifié de variation du chaos est donné dans la thèse de mon directeur de thèse Cyril Touzé [48] et une application de quelques outils d'analyse est proposée dans la mienne [9].

C'est vers l'utilisation de ces outils et modèles, mécanismes de reproduction et comportements non-linéaires, que j'ai notamment orienté mes compositions au cours de cette maîtrise.

4 Un exemple d'inspiration : les modèles dynamiques non-linéaires

La métaphore de François Bayle à propos du synthétiseur met en scène des billes lâchées en haut d'une pente inclinée et que l'on laisse descendre. Pendant leur trajet, les billes s'entrechoquent, adoptent des trajectoires compliquées, mais délimitées par le cadre de la planche inclinée. Les qualités du son produit par un synthétiseur dont on fixe les paramètres de génération suivent selon lui la même loi. Cette description peut typiquement être celle de systèmes plus généraux, appelés en physique systèmes déterministes non-linéaires (ou chaotique) [3, 9]. L'évolution de la musique moderne (et notamment de l'école de Cologne) s'est vu modifiée par l'avènement du synthétiseur né dans les années 1960 (Moog, Buchla, Zie-novieff). La synthèse FM brevetée en 1973 par J. Chowning aura une conséquence similaire [11, 12, 5]. Je propose d'étendre cette idée de production sonore plus ou moins contrôlée par synthétiseur à l'utilisation plus large de systèmes chaotiques pour la création. Leur utilisation s'appliquerait non seulement à la production même de matière sonore (en alternative aux oscillateurs et aux filtres classiques) mais également à des attributs plus globaux d'une pièce, tels la structure et la diffusion. En somme, trois niveaux d'application. Dans le détail, les comportements chaotiques peuvent être en premier lieu appliqués à un signal temporel (modélisation directe d'une onde par une loi non-linéaire par exemple) et à l'évolution de paramètres de production de son (attaque, hauteur, timbre temporel et harmonique, etc) [21]. À un deuxième niveau, ils peuvent être appliqués à la structure rythmique et harmonique (ver-

ticale et horizontale) d'une pièce. Puis dans un troisième temps, à la reproduction spatiale par déplacement chaotique de sources sonores ponctuelles ou plus ou moins étendues. L'idée n'est pas de représenter la complexité de la nature par des lois cherchant à la modéliser ou encore d'ôter le contrôle du compositeur sur son œuvre, mais de pouvoir étendre la manière d'organiser et d'écrire par un processus toujours causal mais non complètement déterminé. Un jeu de paramètres de système chaotique peut avoir une grande empreinte sur le résultat (voire même le déterminer complètement) mais peut laisser une marge de manœuvre importante au compositeur. C'est cette gamme de contrôle qui peut nouvellement être considérée comme un degré de liberté de composition et une source originale d'objets sonores ; une source autre qu'un catalogue de timbres, de rythmes, d'énergies, de structures parfaitement connus à l'avance, [35, 49].

5 Principes à observer pour l'élaboration de mes processus de composition inspirés des sciences

Les réflexions critiques de la première section de ce chapitre m'ont poussé à ne pas envisager la production de mes œuvres en terme d'écriture musicale. Elles m'ont invité à envisager un cadre plus large, moins défini et moins déterminé historiquement : celui consistant à initier une pièce par un questionnement sur son processus de composition. J'ai choisi néanmoins de borner le registre des possibles à des sources d'inspiration issus de modèles explicatifs de la nature ou des sociétés.

Au regard des analyses critiques développées dans la seconde section de ce chapitre, se dégagent des principes à observer pour l'élaboration de mes processus de composition d'inspiration scientifique.

1. Une des premières précautions est de prendre garde à la propension de justifier les choix musicaux portés comme étant les plus pertinents lorsqu'ils font appel à des liai-

sons scientifiques que l'on a initiées. Une retenue objective est à conserver, d'autant plus grande que les concepts empruntés sont puissants, généralisateurs et porteurs de développements logiques ;

2. Les processus de créations ne se feront pas par une tentative d'explication *par la musique* du phénomène convoqué ;
3. Inversement, les attributs musicaux ne seront pas issus d'une représentation directe d'un phénomène scientifique¹⁴ ;
4. L'exploration des voies pratiques, des méthodes de travail, des concepts ou des idées est porteuse d'une inspiration musicale originale si l'on **applique** au processus de création ces voies pratiques, ces méthodes de travail, ces concepts ou ces idées ;
5. l'emprunt métaphorique utilisé pour des choix esthétiques, pour des choix de matériaux sonores, pour des choix de tendance générale de l'œuvre est insuffisant dans le cadre que je me suis proposé d'adopter. La contextualisation devra modifier le processus de création musical à différents niveaux.

14. La représentation de loi ou de données dans le domaine sonore, appelé *sonification*, est un champs d'étude actuellement en plein développement au sein de la communauté scientifique.

Œuvres

2

Détail de « Crash », Sébastien Pesot , Maison de la culture Frontenac, Montréal, 29 janvier 2013.



1 Introduction

Les méthodes traditionnelles de composition ¹ dépendent de la catégorie du compositeur. Le rapport à la partition, le recours à des musiciens-interprètes, l’outil de traitement et de composition informatique, etc, déterminent en profondeur le processus de composition d’une œuvre. Le travail proprement dit de composition en est intimement dépendant mais également les conditions sont à la genèse des idées musicales car les méthodes affiliées délimitent les zones de contrôle du compositeur.

Mes travaux de composition s’inscrivaient dans une démarche de perméabilité entre les zones de contrôle des méthodes compositionnelles pour me permettre une navigation entre les esthétiques associées. Je me suis intéressé en général à la question de l’utilisation du contrôle dans la composition de pièces électroacoustiques, à la contrainte imposée sur les processus créateurs concernant notamment la synthèse, la transformation sonore, l’évolution formelle et spatiale d’une œuvre. Au fur et à mesure de mes explorations, ma méthode fut de modifier mon processus de composition en empruntant à des concepts non-musicaux, neutres mais riches, leur mécanismes de fonctionnement pour en appliquer les lois.

De manière pratique, afin de forcer la spécificité de chaque processus de composition, j’ai tenté d’analyser les particularités de quelques modèles sociologiques ou physiques vis-à-vis de leur domaine respectif avant de chercher à insérer ces particularités dans ma démarche de composition. Par exemple, le cas de ma pièce *Mécanismes révolutionnaires familiaux* reprend en miniatures les aspects d’un modèle de prédiction social générationnel d’E. Todd. Il s’agissait d’un modèle de reproduction parent/enfant (au même titre qu’un algorithme génétique) dont les règles de transmissions des propriétés de chaque génération sont régies selon quelques lois. La pièce *Paf Gravitas* tente elle de développer une modification récursive

1. Entendre ici les méthodes de composition relatives aux compositeurs instrumentaux, aux compositeurs électroacoustique, etc.

de la composition par l'application du concept d'autoréalisation. Concrètement, l'écriture linéaire de la pièce est modifiée par insertion du matériau agressif, éclaté et connoté de la batterie populaire, imposant au fil du discours motifs identifiables, forme soliste, pulsation et finalement accomplissement sémantique des éléments injectés. Mes pièces mixtes *La Messe est dite. Vive la messe, L'ivresse et le Progrès* et *Âpre teinte* explorent un tissage entre le traitement en temps réel, l'improvisation et le dialogue avec un programme volontairement complexe de traitement.

Dans ce chapitre, sont développés par section les processus de création, les éléments techniques et les visées esthétiques relatives aux œuvres que j'ai présentées au cours de la période octobre 2011-janvier 2015. Elles sont présentées chronologiquement.

2 Mécanismes révolutionnaires familiaux

Composition	: Cédric Camier
Date	: 2011
Instrumentation	: Bande fixe
Durée	: 7 ”
Création	: 2011, Ebuzz, salle Claude Champagne, Faculté de musique de l’Université de Montréal
Lien	: https://soundcloud.com/c-dric-camier/tracks

2.1 Idée fondatrice

Comme source d’inspiration représentant l’évolution suivant certaines règles, en développement permanent, guidée par un élan global important mais sujet à des accidents, des jeux de masses et des émergences individuelles, je me suis intéressé à la transcription esthétique de phénomènes liés à l’évolution des sociétés. Ces phénomènes peuvent d’ailleurs être engendrés par des modèles sociologiques ou anthropologiques que l’on peut décrire grâce à des schémas qui les réduisent à quelques paramètres.

Le modèle retenu consiste en une description historique conceptuellement marxiste du monde, celle d’Emmanuel Todd. Pour Todd, faible est la place laissée aux accidents historiques et à leur promoteurs ; les structures familiales globales, de même que la progression de l’alphabétisation, commandent l’essentiel de la marche des sociétés. Ces structures familiales sont étroitement liées à un cadre législatif et à une tradition culturelle propres à certaines régions géographiques ou à certaines zones d’influence religieuses [47]. Elles établissent, sur l’échelle d’une société, une conception globale plus ou moins autoritaire et plus ou moins égalitaire des relations sociales et hiérarchiques entre individus. Selon son modèle anthropologique, qui a réussi à prévoir la chute de l’empire soviétique, les structures

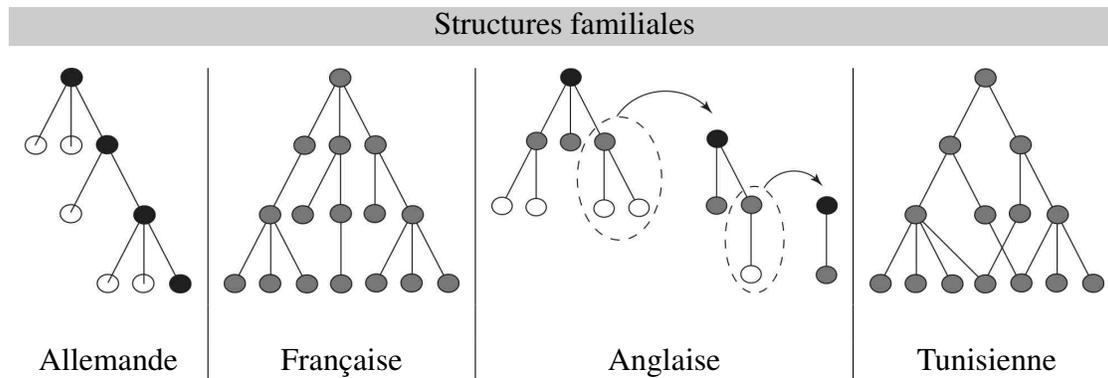


FIGURE 2.1: Interprétations graphiques originales des structures familiales d’Emmanuel Todd. Les schémas se lisent de haut en bas. Chaque étage est une nouvelle génération les branches représentent les filiations (de droite à gauche : de l’ainé au cadet). Les teintes de gris illustrent le ratio de pouvoir et la quantité de bien familiaux accordés d’une génération à une autre.

familiales accélèrent, freinent ou orientent les transitions démocratiques.

L’origine des systèmes familiaux ne prétend pas être un livre révolutionnaire sur le plan méthodologique. Il réhabilite au fond l’anthropologie américaine des années 1920-1945 — et tout particulièrement Robert Lowie. Cependant son résultat central mène à une critique radicale de la vanité du monde dit occidental, qui s’est un peu facilement habitué, depuis Max Weber, à rechercher dans telle ou telle spécificité de sa culture la clef de son succès historique. L’une des certitudes auxquelles je suis arrivée est que l’Europe, placé sur la périphérie de l’Ancien Monde, est sur le plan familial un conservatoire de formes archaïques, et que nous sommes restés, pour ce qui concerne l’organisation anthropologique, assez proche de la forme originelle. C’est parce que nous avons échappé à des évolutions familiales paralysantes pour le développement technologique et économique que nous avons été, durant une brève période, en tête de course au développement, bien que nous n’ayons nous autres Occidentaux inventé ni l’agriculture, ni la ville, ni le commerce, ni l’élevage ni l’écriture, ni l’arithmétique.

l’Origine des systèmes familiaux, Emmanuel Todd, Introduction

2.2 Présentation du modèle

L'interprétation graphique de structures familiales que j'ai faite à la lecture des livres d'Emmanuel Todd est présentée figure 2.1. On y trouve quatre types de systèmes familiaux distincts :

- La structure allemande, patriarcale et indivisée. D'une génération à l'autre, la transmission de biens et de pouvoir à la succession se fait au premier fils. Il s'agit d'un système autoritaire et inégalitaire².
- La structure française, nucléaire et égalitaire. Chaque enfant a un droit égal d'hériter de ses parents. L'autorité y est peu présente.
- La structure anglaise, nucléaire individualiste. En âge de constituer une famille, les générations quittent la cellule familiale, brisant ainsi le lignage et la continuité du patrimoine.
- La structure tunisienne, communautaire et endogamme. Les lignées sont contraintes dans un réseau plus ou moins étendu mais particulièrement clos.

La pièce est construite suivant ces modèles. Elle est composée de quatre miniatures juxtaposées s'inspirant de l'influence de ces quatre formes de structures familiales sur l'évolution sociétale s'y rapportant : la structure patrilinéaire allemande, la structure égalitaire française, la structure endogame tunisienne, la structure éclatée anglaise[46]. L'évolution des motifs sonores, la méthode de création des cellules rythmiques et mélodiques composant chaque miniature en sont issues. Les règles sont formalisées pour reconstituer le modèle prédictif d'évolutions sociétales. Appliquée à la Composition Assistée par Ordinateur, la formalisation sur des motifs mélodiques décrivant des évolutions sociales circonscrites mais concomitantes a fait ensuite l'objet (voir Fig. 2.2) de mon projet du cours avancé de composition assisté par ordinateur de Pierre Michaud (MUS6101X/MUS3101X).

2. Le système idéologique que l'on peut y associer est le socialisme collectiviste c'est à dire, un état fort s'incarnant dans un chef servi par le culte de la personnalité

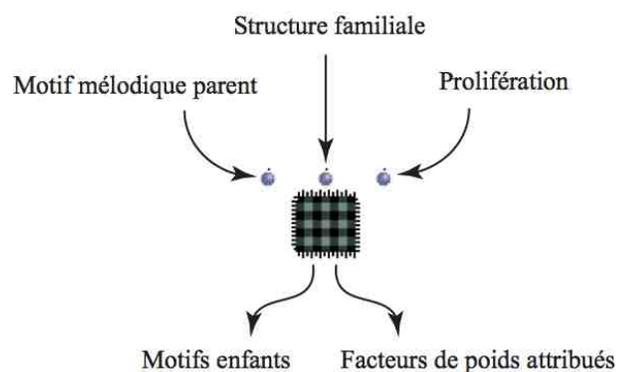


FIGURE 2.2: Le schéma d'entrée/sortie du patch OpenMusic de structure familiale.

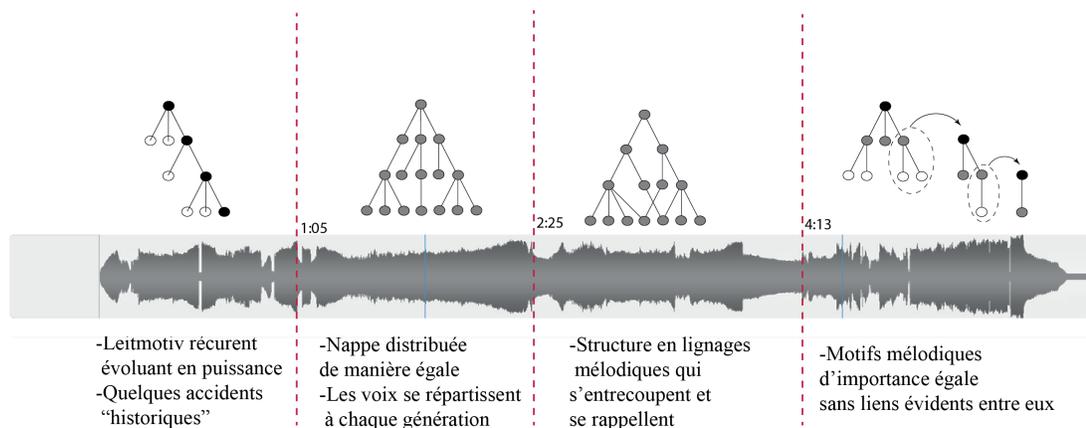


FIGURE 2.3: Structure formelle de la pièce *Mécanismes révolutionnaires familiaux*.

2.3 Influence sur le processus de composition

Précisément, le développement des idées musicales s'est faite à partir de mon interprétation schématisé de développement sociétales. Le fait de vouloir explicitement *traduire* les particularités et les évolutions de sociétés par des motifs provient de la particularité déterministe de ce modèle anthropologique. C'est la force de l'inertie sociale proposé par ce modèle qui est utilisé. Ce déterminisme, original dans une description anthropologique, a imprégné le processus de composition pour que celui-ci soit justement déterminé à représenter les schémas de contraintes (les cas des autres pièces présentées par la suite seront différents). Le processus de composition s'inscrit donc dans la proposition de principe établit à la fin du chapitre précédent.

Le développement sociétal est appliqué à un élément musical esthétiquement pertinent pour la société choisie. Par exemple, dans le cas du schéma français, la notion de transmission égalitaire s'est faite sur un réseau de couches de synthétiseurs FM. La synthèse FM est une référence historique directe aux débuts de l'IRCAM. L'utilisation de couches est une mise en abîme de l'utilisation de ce modèle anthropologique expliquant les différentes strates sociales. Un modèle anthropologique français décrivant les couches sociales est assimilé à la partie française en couches d'une pièce représentant les différentes cellules du modèle anthropologique.

3 Description analytique

3.0.1 Structure allemande (0' - 1'08)

Le motif principal déroulé dans cette miniature est produit par une corde de piano frappée aléatoirement. Le choix de la corde de piano frappée évoque le *pianoforte* de la musique classique, dont la symbolique est ici arbitrairement reliée à la structure allemande. Malgré

les différents environnements sonores qui l'enrichissent ou tentent de l'emporter, ce motif est transmis d'une petite section à l'autre et reste l'élément fort autour duquel viennent se greffer différents environnements (réverbérations, couleurs harmoniques). Au milieu de la miniature (0'30) intervient une variation brusque vers un bruit distordu. La symbolique de ce bruit : l'accident historique d'importance faisant référence à l'embrasement des guerres mondiales, venu perturber le modèle culturel familial allemand. La force du modèle de reproduction socio-culturel reprend son cours et le motif de corde de piano frappée reprend ensuite le *lied* de la miniature.

3.0.2 Structure française (1'08 - 2'23)

Le motif principal est ici une note de synthétiseur sur lequel une modulation d'amplitude et une modulation de fréquence sont appliquées. Ce choix évoque la synthèse FM largement étudiée dans les années 80 à l'IRCAM, institution Française fortement reconnue, et qui fût importée par son concepteur, John Chowning. C'est l'évocation de ce son de synthèse particulier qui est construit tout au long de cette miniature. Un enregistrement identifiable au bruit d'un crayon sur le papier (1'13) est une référence directe à l'écriture musicale, dont le conservatoire en France a appuyé le rôle dans l'histoire de la musique. Au fur et à mesure du temps, les nappes se multiplient et se densifient en étant chacune d'importance égale par rapport aux autres. Les modulations appliquées à chacune des nappes forment un élan cyclique (générations). La croissance est finalement exponentielle (2'13), comme celle d'une population qui aurait un nombre égal d'enfants à chaque génération (supérieur au taux de renouvellement de 2.1 enfants par femme).

3.0.3 Structure tunisienne (2'28 - 4'13)

La matière sonore n'est pas ici choisie en fonction d'une symbolique. Elle fait écho à celle des miniatures précédentes. Les matériaux ont été assujettis, traduisant un vestige de colonie

romaine. Trois lignées circonscrites à l'endogamie d'une famille sont représentées par trois matériaux identifiables, la corde précédente, frappée et grattée, le mouvement plus tendu du crayon sur le papier et un registre de sons de synthèse hautes fréquences. Ces matériaux, successivement introduits puis mis de côté puis réintroduits, s'entrecroisent comme suggéré par le modèle de structure familiale correspondant. La mise en avant-plan ou sur un plan commun accordée à chaque matériau alterne au fur et à mesure du temps, par exemple :

- le jeu de corde de 2'28 à 2'50 puis de 3'15 à 3'28
- l'écriture sur papier de 3'17 à 3'25
- les sons synthétiques de 3'05 à 3'15

C'est finalement le dernier matériau introduit dans la pièce, le jeu de sons synthétiques qui emporte la fin de la miniature, sur un crescendo et une activité cyclique de plus en plus intense (3'46-3'52) puis sur une résolution suspendue (3'52-4'12), les révolutions tunisiennes de 2010-2011.

3.0.4 Structure anglaise (4'13-5'50)

La structure de cette miniature met l'accent sur le développement de petites cellules individuelles dont le rapport de continuité est brisée de plus en plus fréquemment et fortement. Les premiers matériaux introduits sont symboliquement et spectro-morphologiquement proches des sons introduits dans les précédentes miniatures, sons de crayon et de grincement (4'14), sons de synthèse (4'24), bruit filtré en hautes fréquences, grattement de corde transformé (4'30). La succession des générations est suggérée par des claquements variés. Leur fréquence subissent accélérations et décélérations. Au milieu de la miniature intervient une modification de structure. Les successions s'arrêtent sur une ambiance suspendue (4'36-4'51), réverbérée, aux sons évoquant sans en être des sons de la jungle. Cette parenthèse évoque l'époque coloniale anglaise, pendant laquelle une génération de jeunes entrepreneurs anglais partit faire fortune dans les colonies à la fin du XIX^{me} siècle. La structure de micros

développements et de brisures reprend alors son cours (4'52). La juxtaposition des matériaux est moins claire, plus éclatée. La transition se fait vers des sons plus distordus aux coupures franches (évocation de la culture Punk anglaise) et dont le point culminant (5'29), un chaos de *noise* apparent, traduisent les tiraillements provoqués par le modèle individualiste.

4 Paf Gravitas

Composition	: Cédric Camier
Date	: 2012
Instrumentation	: Bande fixe
Durée	: 8 "
Création	: 2012, Ebuzz, salle Claude Champagne, Faculté de musique de l'Université de Montréal
Lien	: https://soundcloud.com/c-dric-camier/tracks

4.1 Idée fondatrice

La prophétie autoréalisatrice est un fait qui, bien que ne devant pas se réaliser, devient vrai parce que les individus croient qu'il va advenir.

Robert King Merton [29], *Théorème de Thomas*

L'idée conceptuelle à l'origine de cette pièce est tirée du phénomène de *prophétie autoréalisatrice financière*, remis au goût du jour par l'implication des agences de notations financières dans l'aggravation des crises qu'ont connues particulièrement les pays de l'union européenne en 2012. Une prophétie auto-réalisatrice est une proposition qui aurait le pouvoir de faire advenir ce qu'elle énonce. Elle fut en économie introduite par Keynes³ puis reprise par Robert King Merton [29]. Les agences de notation ont vocation d'évaluer le risque de non remboursement des états, des entreprises et des collectivités locales grâce à une note globale (plafonnée à « AAA »). La dégradation des notes de pays européens, en particulier l'Espagne et l'Italie, avaient alors entraîné une baisse d'investissement et l'aggravation des dettes publiques, qui ont ensuite conduit la plupart des pays de l'union européenne à l'adoption de politiques d'austérité. En abaissant la note d'un pays sous prétexte que ses finances

3. La convention financière est assortie d'une croyance commune, appelée également par Keynes « convention », selon laquelle l'évaluation du marché est correcte, même si chacun sait qu'elle ne l'est pas nécessairement. Cela résulte de ce que le prix relève d'une prophétie autoréalisatrice.

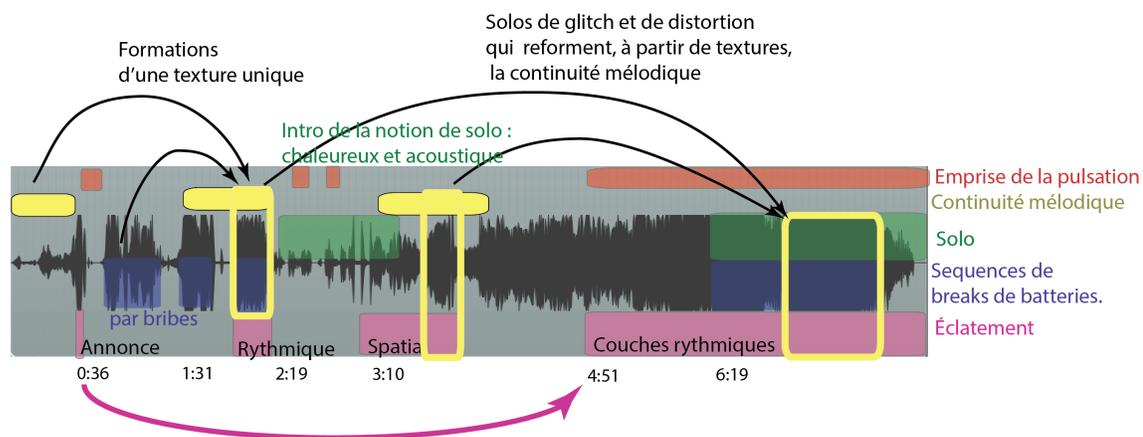


FIGURE 2.4: Structure formelle avec récursions de la pièce *Paf Gravitas*.

publiques pourraient se dégrader, l'agence entraînerait effectivement une dégradation de la situation financière du pays décoté [19].

Cette pièce se veut une mise en évidence de ce phénomène, d'un point vue critique et esthétique.

J'ai choisi la batterie pour comme élément musical prophétique en clin d'œil à la citation suivante

[En musique contemporaine,] il n'y a rien de plus actuel qu'une batterie de jazz.

Walter Boudreau , Radio Canada, 2012

Cette phrase grandiloquente lancée au micro de Radio Canada par un tenancier influent de la musique contemporaine montréalaise m'a justement rappelé une condition de réalisation d'une prophétie auto-réalisatrice financière : le pouvoir exorbitant dévolu aux agences de notation [19]. Annonçant le rôle supposé de la « batterie de jazz » en musique contemporaine en vue de promouvoir le programme d'un concert, W. Boudreau, avec la tribune qui est la sienne, place le terme de batterie de jazz au centre de l'actualité de la musique contemporaine. Que ce rôle fût avéré ou pas, pour le public de l'émission il l'est devenu.

4.2 Système d'objets musicaux

L'inspiration de cette pièce est donc celle d'un hommage malicieux à cette citation, teintée de dérision, et au sujet duquel j'ai cherché à appliquer le *théorème de Thomas*. L'instrument populaire qu'est la batterie joue le rôle de la cotation dans une composition électroacoustique représentant l'institution évaluée.

Mon processus de composition a emprunté au phénomène auto-réalisateur son pouvoir récursif, au principe de prophétie la clarté de ses assertions, et au thème de la batterie ses connotations. Le pouvoir récursif a alimenté, tout au long de la construction formelle de la pièce, la quantité de références aux connotations musicales reliées à la batterie. Ainsi l'introduction d'éléments référant aux notions associées typiquement à la batterie populaire, c'est à dire le jeu de roulement, le rythme répétitif, le timbre percussif et claquant, la dynamique élevée et l'éclatement de l'instrument en lui-même sont injectés au fur et à mesure de la composition. La composition qui utilisait les éléments clairement identifiés comme matière sonore issus de l'enregistrement d'un jeu de batterie se voit progressivement transformée dans sa forme et son timbre *par* les éléments introduits. Cette transformation représente la réalisation esthétique de la prophétie qui était l'introduction de la batterie.

Le système d'objets musicalement signifiants comporte comme éléments sonores des enregistrements de batterie acoustique effectués dans la salle anéchoïque et la salle réverbérante du Groupe d'Acoustique de l'Université de Sherbrooke grâce à un microphone ambisonique SOUNDFIELD. Même à faible niveau sonore, le matériau sonore acquiert ainsi une précision dynamique, spectrale et spatiale impressionnante.

En référence à l'évocation populaire du jeu de batterie, le système utilise d'une part comme lois formelles :

- la production de rythmes ;
- la notion de *groove* ;

- la notion de respiration ;
- des séquences de descentes de toms ;
- des éclats rythmiques marquées par des cymbales.

Et d'autre part, le système utilise comme force d'attraction :

- le caractère éclaté des instruments percussifs qui composent une batterie ;
- les excursions solistes inhérentes aux formats classique du jazz ;
- le rôle de guide rythmique de la batterie, parfois exaltant.

4.3 Analyse

La pièce comporte globalement 3 sections. Tous les gestes et textures de la pièce sont construits sur la base des enregistrements de batterie.

La première section est dominée par la respiration, les descentes de toms, l'utilisation de pèches rythmiques marquées par des cymbales et par l'introduction du caractère éclaté attribué ici au timbre. Les premiers éléments sonores présentés proviennent de cymbales frottées et de la manipulation d'un balai de batterie autour du microphone. Telle que présentée en figure 2.4, la notion d'éclatement est la première attraction suggérée. Les vrombissements graves en guise d'introduction sont brusquement interrompus par une densité d'échantillons percussifs aux timbres éclatés (0'36s-0'40s) et produits par algorithme génératif. Les enregistrements de descentes de toms sont clairement annoncés. Ces deux éléments font office de *prophétie*.

L'algorithme génératif utilisé a été écrit pour ABLETON LIVE grâce à l'application Max4Live. Il est présenté à la figure 2.5. Je l'ai programmé pour qu'il puisse déclencher les *clips* audio contenus dans différents groupes de *pistes* et ce de manière aléatoire en suivant un jeu de paramètres organisant la densité de déclenchements et les hauteurs de référence. Ce programme n'a finalement été utilisé que parcimonieusement dans cette pièce. Cependant,

les processus génératifs utilisés régulièrement au fil de la pièce me permettent de tracer un lien entre des éléments percussifs hétéroclites du 1^{er} mouvement et la texture continue au 3^{me} mouvement grâce à une variation de densité rythmique et de richesse de timbres.

Ajouts arbitraires importants, des hauteurs mélodiques en *glissando* surplombent cette partie. Elles ont été choisies pour uniformiser la partie et lui donner un fil de développement plus clair. Elles sont produites par frottement d'une baguette contre une cymbale et par les hauteurs de filtres résonnants appliqués sur les descentes de toms.

La seconde section est marquée par la transition d'un timbre agressif et aigu et d'un rythme effréné vers un son chaud de peau jouée au doigt. cette section est marquée par des temps de respirations plus lents. L'aspect soliste fait sa première incursion dans l'œuvre (1'03s) et le fait en contraste rythmique et timbral avec les éléments de descente de toms. Un solo faisant appel à une notion de *groove*, joué au ralenti, prend forme. On y entend en effet des souffles de solos de batterie enregistrés formant progressivement une masse rythmée puis dense et continue (1'31). Le solo sera réinstauré dans la seconde partie (2'19). En particulier dans cette partie, c'est une partie jouée qui guide sa structure formelle. La construction écrite laisse place à une temporalité de jeu improvisé, propre à la pratique du jazz. L'enregistrement s'est fait en chambre anéchoïque avec une batterie dont les éléments, dispersés, sont très séparés au niveau de leur localisation spatiale. La notion d'éclatement est donc ici présente sous forme matérielle. Les éléments rythmiques suggèrent un tempo qui se délite progressivement (3'10-4'08).

La troisième partie (4'51) force la fonction rythmique par l'introduction brutale d'une pulsation. Des cycles polyrythmiques sont d'abord introduits (5'00). Des solos reviennent par bribes et par couches (5'44). Les éléments rythmiques transitionnent vers une couche homogène. La *réalisation* de la batterie est en œuvre. Une nouvelles excursions solistes ap-



FIGURE 2.5: Détail du patch Live avec lequel a été créée la pièce Paf Gravitas. En bas à gauche se trouve le module Max4Live que j'ai écrit pour permettre une gestion de déclenchement aléatoire de clip audio suivant quelques paramètres .

paraissent. Ce sont les descentes de toms présentées en première partie qui sont compressées et distorsionnées pour former de nouveaux éléments percussifs dont le matériau originel n'est plus clairement identifiable. Ces éléments percussifs sont agencés via un algorithme de placement rythmique et de répétition (LIVECUT). La notion d'éclatement est ici développée rythmiquement.

Rythmes, solos et couches (6'09) s'accumulent et se densifient progressivement avec une amplification des traitements de distorsion (6'44-fin). Le caractère éclaté, les excursions solistes et le rôle rythmique de la batterie atteint son paroxysme. Les objets musicaux sont emportés par les lois d'attraction énoncées. Les parties électro-glitch (7'20-fin) à la fin parachève la dégradation d'une structure formelle électroacoustique en motif caractéristique de batterie électronique, dépossédée de la richesse de ses timbres.

5 La messe est dite. Vive la messe

Composition	: Cédric Camier
Date	: 2012
Instrumentation	: Piano préparé, Batterie, haut-parleurs de feedback dans la table d'harmonie, programme python de traitement en temps réel génératif
Durée	: 8 "
Création	: 2012, salle Pollack, New Music Building, McGill University
Lien	: https://soundcloud.com/c-dric-camier/tracks , https://vimeo.com/78424703

5.1 Introduction

5.1.1 Thème

Le thème de la pièce est né de l'hypothèse sociologique suivante. Les hommes ont une propension à défendre l'organisation ou le mouvement qui les porte, insufflés par un sentiment rassurant d'appartenance, un sentiment salvateur de reconnaissance et un sentiment guerrier de puissance produit par une allégeance à la force du groupe. Les questions de la reproduction sociale [7] et du libre arbitre [44], dans le cadre de l'appréciation artistique, ont inspiré la naissance et la construction de cette pièce. Tandis que la structure générale de la pièce traduit un modèle déterministe de reproduction social et culturelle, des éléments perturbateurs sont introduits dans son esthétique et sa mise en œuvre.

5.1.2 Instrumentation

— Piano à queue

- Batterie comprenant 2 caisses claires, un tom aigu, un tom basse, une grosse caisse et une cymbale ride ;
- Un ordinateur comprenant une installation de Python, de la librairie Pyo et du programme dédié écrit pour cette pièce ;
- Un système de diffusion multicanaux (à n’importe quel nombre de haut-parleurs ; l’algorithme de spatialisation peut aisément s’y adapter).

5.1.3 Installation du dispositif

Le système de rétroaction (*feedback*), de traitement et de spatialisation est présenté à la figure 2.7.



FIGURE 2.6: Création de *La messe est dite vive la messe* à la salle Claude Champagne de l’Université de Montréal (CRÉDIT PHOTO : Patrick Saint-Denis) .

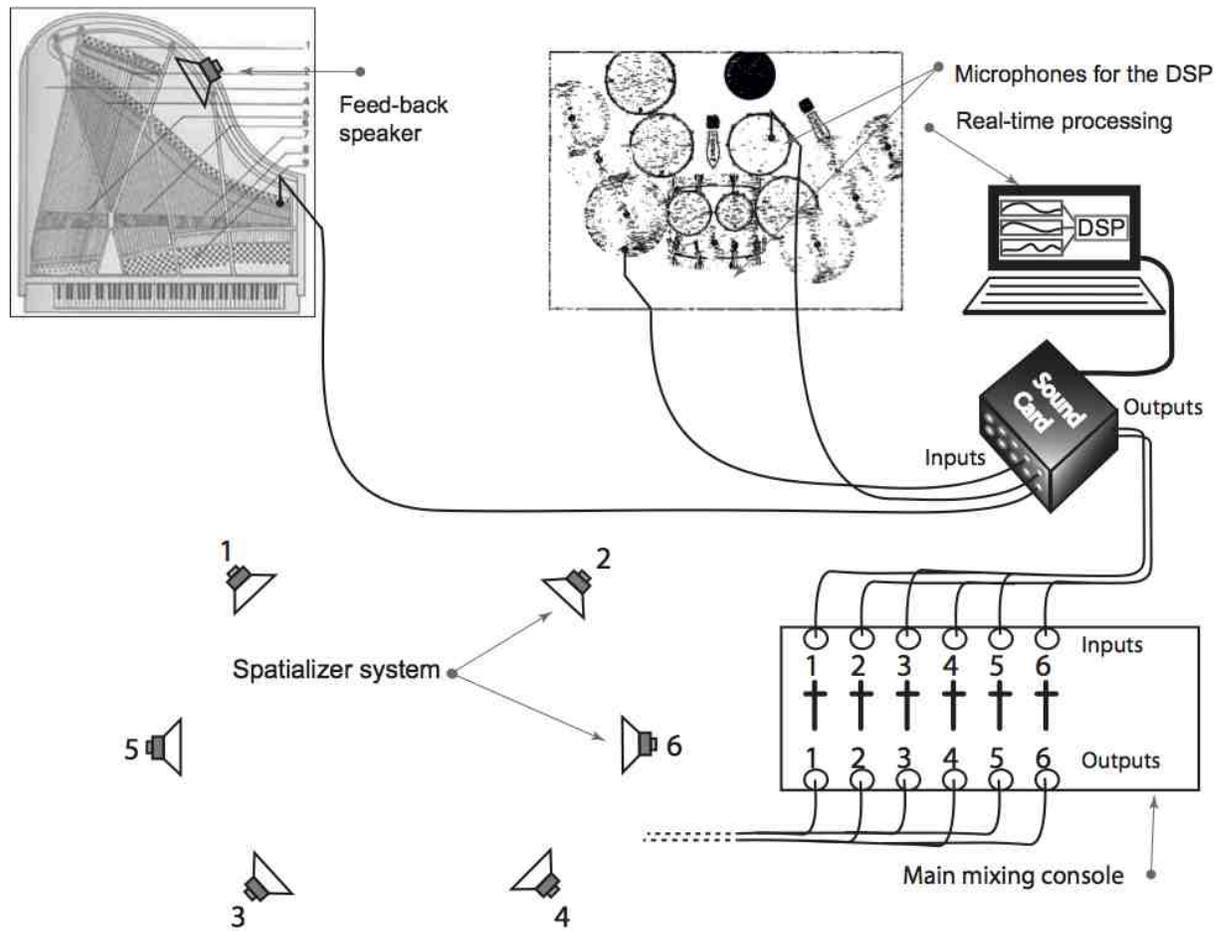


FIGURE 2.7: Plan de scène et routage des signaux .

5.2 Système d'objets musicaux

Le fil constant de la pièce est la fusion, l'équilibre et le morphisme de timbres entre le piano, la percussion et le traitement électronique.

Trois éléments perturbateurs ont été choisis. Le premier est culturel puisqu'il consiste en l'utilisation d'un instrument (la batterie) dont la connotation est éloignée de la musique contemporaine. Le second est esthétique puisque cette composition comprend des éclats de musique improvisée. Cette juxtaposition compose non seulement une trame musicale mais également un argumentaire esthétique. Le dernier élément perturbatif de cette représentation du contrôle et de la reproduction apparaît lors de la diffusion de la pièce. Elle inclut en effet un dispositif semi-génératif construisant en temps réel le traitement du signal provenant des instruments acoustiques ainsi que leur distribution spatiale. Ces éléments forment ainsi 3 niveaux de contraintes qui enrayent l'expression d'un système établi, inégalitaire et pourtant en équilibre. L'absence de rupture dans la forme générale fait partie des contraintes imposées par l'axe artistique choisi. Elle traduit une volonté d'introduire dans le modèle d'évolution les éléments de révolution avec une transition douce, sans opposition brutale, comme une lame de fond.

Au niveau du jeu, un des éléments perturbateurs était en pratique l'intégration de l'improvisation à l'intérieur de la partie composée et suivant les contraintes de forme et de texture établies

5.2.1 Recherche de matériaux sonores

Une recherche importante préalable d'un répertoire sonore basé sur le jeu à l'intérieur du piano a été menée de même qu'un répertoire sonore issu d'éléments de batterie excités et amplifiés de manière variée. Ce répertoire de sons inventés comprends quelques techniques de jeu originales et le positionnement particulier de capteurs microphoniques ou vibratoires.

Une partie des signes utilisés est proposée dans les notes de la partition *La messe est dite. Vive la messe* fournie en annexe de ce document.

5.3 Dispositif de traitement audio en temps réel

Le code développé pour cette pièce est en lien avec mon projet du cours avancé de *Création musicale en langage Python 2* (MUS 6327X) d'Olivier Bélanger. Un extrait est proposé en annexe de ce document.

5.3.1 Structure du programme Python

Il consiste en une librairie de traitement en temps réel comprenant :

1. enregistrements et lecture de pré-réglages (*presets*). Enregistrements et lecture d'automations ;
2. traitement rythmique par enregistrement et rediffusion de grains ;
3. traitement rythmique par jeu de délais ;
4. traitement de texture par filtre ;
5. spatialisation.

Les chaînes de traitement étaient appliquées sur les microphones de la caisse-claire, de la cymbale et du piano. Les contrôles se faisaient par lignes de commande puis ont été reliés à un clavier midi dont le routage était préparé pour l'occasion. Les activations et automatisations étaient ainsi lancées à partir du clavier midi ou à partir d'une pédale de déclenchement.

Une des difficultés du projet était la gestion des flux audio et du coût de calcul. La partie vidéo en temps réel de la pièce était assurée par un autre ordinateur sur scène.

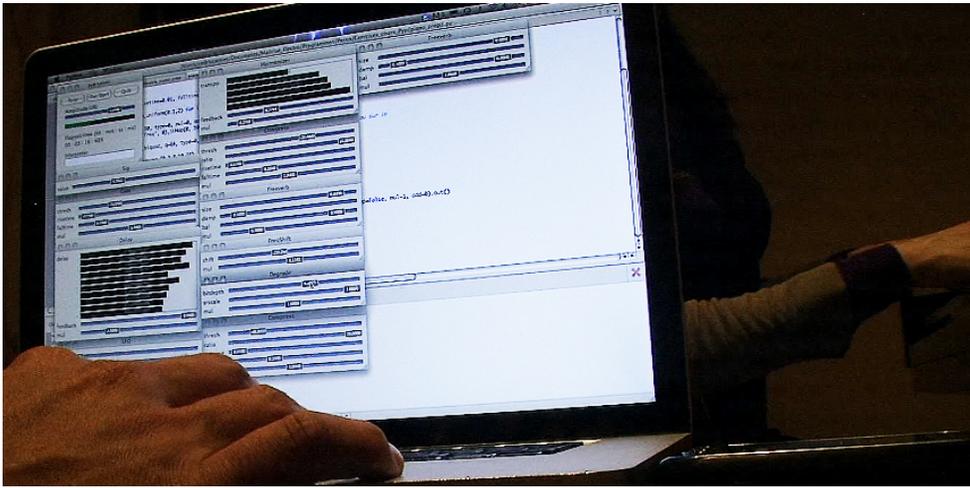


FIGURE 2.8: *La messe est dite. Vive la messe* : test et ajustement des réglages qui définiront les points d'interpolation sur le jeu du piano. Sur l'écran apparaissent les interfaces de contrôle du programme Python pour le traitement de texture par filtres.

Le volume de la librairie produite était conséquent : toutes ces fonctions et sous-fonctions reliées étaient entièrement originales à l'époque⁴.

5.3.2 Traitement de texture par filtre

Pour le traitement de texture, un programme de test construit sur une arborescence d'effets permet de sélectionner les réglages intéressants et de les enregistrer en format texte dans un sous-dossier (voir figure 2.8). La librairie de traitement de texture emprunte la même arborescence. Une méthode de lecture des réglages ré-affecte les valeurs aux bons objets grâce à des dictionnaires d'attributs (codés également pour l'occasion). L'affectation du réglage peut se faire grâce à un *portamento*. L'affectation de chaque attribut peut également se faire par un *portamento*, de sorte que l'on peut choisir son trajet d'interpolation entre deux jeux de paramètres.

4. Ce projet fut souligné par Olivier Bélanger pour avoir été le projet PYO de plus grande ampleur qui n'ait pas été codé par lui.

5.3.3 Entrées audio

En entrée des traitements en temps réel, un programme de pré-traitement du flux est utilisé. Un filtre passe-haut basse fréquence et un filtre passe-bas haute fréquence sont utilisés. Une compression et un seuil (*gate* en anglais) sont également utilisés pour réduire un peu la plage dynamique et nettoyer le signal. Une méthode d'enregistrement de boucle est ajoutée.

Pour cette pièce en particulier, le piano bénéficiait d'une boucle de rétroaction (*feedback*) grâce à un haut-parleur orienté vers la table d'harmonie du piano. Le système était rendu riche et sensible par cette boucle. Le jeu pianistique se faisant essentiellement à l'intérieur du piano, un contrôle était possible sur les parties vibrantes (cordes et table d'harmonie) et donc sur l'amplification du *feedback*.

5.3.4 Spatialisation en temps réel

- Pour la spatialisation, une commande de position est donnée en paramètre d'un flux audio. Une configuration de haut-parleurs est également un paramètre d'entrée ;
- La méthode de spatialisation choisie était VBAP [36] et fut implémentée à l'aide de fonctions de librairie de calcul scientifique NumPy ;
- L'algorithme projette chaque flux sur chaque sortie avec un facteur d'amplitude et une couche plus ou moins forte de réverbération ;
- Les flux sont additionnés. Une compression et une réverbération globale sont appliquées. La gestion se fait par ligne de commande. Les trajectoires sont automatisées et lancées depuis le clavier MIDI.

5.3.5 Traitement rythmique par délais

Pour le traitement rythmique par délais, une enveloppe d'une durée choisie sélectionne le flux audio et passe dans une série d'effets, un délai puis une autre série d'effet. Le délai est calculé de deux manières. Soit la période possible est supérieure à un temps de référence (tempo) et la durée maximale est inférieure à ce temps de référence. Soit la période possible est inférieure au temps de référence et la durée maximale est inférieure au temps de référence. À intervalles réguliers, choisis suivant le temps de référence et un tirage aléatoire, les propriétés des séries d'effet changent et un des délais est lancé.

5.3.6 Traitement rythmique par enregistrement et rediffusion de grains

Pour le traitement rythmique par gestion de grains, plusieurs couches de grains possédant des propriétés rythmiques similaires sont empilées mais le rendu de chacune est différent. Chaque couche stocke temporairement un grain dans une mémoire tampon ré-enregistrée régulièrement à partir d'un flux audio. Le grain est multiplié par une enveloppe et la lecture est lancée par déclenchement. Les déclenchements sont gérés soit par un nuage plus ou moins dense, soit par une séquence de temps forts suivant un type « grosse caisse » ou « caisse claire » grâce à un objet BEAT. La longueur des grains est variable. Un paramètre de vitesse de lecture peut y être affecté. Les grains contenus dans une couche peuvent ensuite être enregistrés. Leur densité et leur variation rythmique se font indépendamment.

6 L'Ivresse et le Progrès

Composition	: Cédric Camier
Date	: 2013
Instrumentation	: Percussions, Batterie, dispositif de platine sur cymbale
Durée	: 9 "
Création	: 2014, <i>The meaning of format</i> , Live@CIRMMT, Multi-Modal Room New music Building, McGill University
Lien	: -

6.1 Contexte

Cette pièce a été écrite pour l'ensemble de percussion ARCHITEK et a été créée à l'occasion du Live@CIRMMT *Meaning of Format*. Le travail de développement technique et de création dont elle fait partie était financée par une bourse pour musicien professionnel du Conseil des Arts du Canada.

6.2 Introduction

La pièce *L'ivresse et le progrès* puis ensuite *L'ivresse et le progrès II* a été l'occasion de développer ma proposition sur l'utilisation d'outils non-linéaires du point de vue de la texture sonore. Ces pièces utilisent un dispositif de cymbale amplifiée par une aiguille de platine vinyle. Les cymbales sont excitées de différentes manières, à différents régimes. L'écriture comportait une part de recherche de matière sonore et accorde au joueur de cymbale une grande variabilité d'interprétation/improvisation autour de cette matière. Le patch de traitement et de spatialisation en temps réel était une partie importante de l'écriture de la pièce. Entièrement original, il consiste, pour un tempo donné, en la lecture d'une structure formelle polymétrique de la pièce écrite en « .txt », la lecture d'automations des paramètres de traitements audio des instruments joués (micros et ligne) et la spatialisation des voies traitées, générée en direct sur un nombre et une géométrie arbitraire de haut-parleurs.



FIGURE 2.9: Expérimentation du couplage entre table tournante et cymbale.

6.2.1 Brève description technique

- Le dispositif original de platine couplé à une cymbale mis en place est présenté à la figure 2.9). Le son de la cymbale, excitée faiblement mais par différents moyens est magnifiée par l'aiguille de la platine et son amplification.
- J'ai créé un séquenceur d'automatisation et un patch de commande de structure formelle pour le traitement en temps réel et la spatialisation de 8 instruments séparés, présenté à la figure 2.12.
- La partition a été écrite grâce à l'éditeur de partition libre Lilypond (pour lequel j'ai créé plusieurs macros dédiées l'écriture rythmique pour batterie).

6.3 Inspiration du processus de composition

L'inspiration du processus de composition provient de deux aspects particuliers de la quête littéraire d'Arthur Rimbaud. J'ai tout d'abord orienté mon processus de composition autour de l'idée de technique aux sens scientifique et performatif. Cette notion fut le point de mire des œuvres du jeune Rimbaud, cherchant à reproduire les techniques des *poètes déca-*

dents et plongeant dans un dévouement envers la modernité [39]. J'ai également développé mes idées musicales autour de la notion d'altération perceptive chère au poète qui prônait, pour se faire « voyant », le « long, immense et raisonné dérèglement de tous les sens ».

6.4 Système musical

Les lois du système musical de la pièce sont principalement rythmiques et timbrales. Les deux fonctions sont clairement divisées entre l'interprète du dispositif *cymbale-table tournante* et le soliste batteur. Rythmiquement, ce sont des cycles de polyrythmie apparentes qui sont employés. Les parties [batterie] et [toms] jouées en même temps par deux percussionnistes sont écrites en utilisant la technique d'*équivalence rythmique*. L'écriture des parties de percussion s'est donc faite à tempo et métrique donnés sur la partition mais l'utilisation des relations d'équivalence métrique des deux parties jouées en même temps formait la polyrythmie. La relation d'*équivalence rythmique* permet le passage d'un couple tempo/métrique à un autre couple tempo/métrique. Elle consiste en fait à une relation algébrique pour maintenir constante une valeur rythmique non-commune entre les deux couples. Par exemple, à un tempo de 60 à la noire, une série de croches peut être entendue comme une série de sextolet à 90 à la noire. La polyrythmie devient alors cyclique sur 3 mesures de 3/4 à 60 à la noire et sur 2 mesures de 4/4 à 90 à la noire. Si l'on considère une métrique de 4/4 au premier tempo, 60 à la noire, et une métrique de 4/4 au second tempo, 90 à la noire, la polyrythmie devient cyclique sur 16 mesures de la première métrique contre 12 mesures pour la deuxième.

Les parties de percussions étaient écrites pour jongler entre des apparentes *équivalences rythmiques* en accentuant plus ou moins les temps forts des métriques en équivalences, suggérant ainsi des rapports de tempos, tantôt accélérant (ratio de valeurs rythmiques maintenues constantes inférieur à 1), tantôt décélérant (ratio de valeurs rythmiques maintenue constantes supérieur à 1). Ces variations étaient formellement cycliques, faisant ainsi échos aux figures

de spatialisation appliquées en temps réels sur le jeu de cymbale et de lame de vibraphone frottées ainsi que sur la spatialisation de la table tournante.

Ces élans cycliques, dessinant des trajectoires formelles circulaires ou des trajectoires spatialisées circulaires pouvaient faire référence à la rotation du disque de la table tournante.

Le jeu du dispositif *cymbale-plaque tournante* riche en phénomènes sonores produits sur une large bande de fréquences et peu contrôlable car très sensible au toucher tentait de rendre compte du trajet d'un « marcheur dégingandé »⁵ à travers un paysage sonore complexe, incertain et aux relations de temps disloquées. Ce parcours sonore est une allusion à la figure rimbaldienne du *bateau ivre*.

[...] Mais, vrai, j'ai trop pleuré ! Les Aubes sont navrantes.

Toute lune est atroce et tout soleil amer :

L'âcre amour m'a gonflé de torpeurs enivrantes.

Ô que ma quille éclate ! Ô que j'aïlle à la mer !

Si je désire une eau d'Europe, c'est la flache

Noire et froide où vers le crépuscule embaumé

Un enfant accroupi plein de tristesse, lâche

Un bateau frêle comme un papillon de mai.

Je ne puis plus, baigné de vos langueurs, ô lames,

Enlever leur sillage aux porteurs de cotons,

Ni traverser l'orgueil des drapeaux et des flammes,

Ni nager sous les yeux horribles des pontons.

Arthur Rimbaud [38]

La dernière partie de la pièce, après une accumulation polyrythmique en crescendo et un jeu de *cymbale-table tournante* de plus en plus chaotique, cède brusquement place à un souffle suspendue jouée par le frottement du doigt contre la table tournante en rotation et par le souffle tendu du batteur contre la peau de sa caisse-claire, ponctuée par la résonance

5. dont était qualifié Rimbaud par ses amis.

du métal de la table tournante, frappée par une baguette. Cette rupture d'un trajet chaotique vers un temps de suspension sur fond de bruit blanc traduit la dernière rupture du poème à la fin duquel le voyageur, arrivé au terme d'un périple tumultueux et coloré, rêve d'une mer invariante et sombre.

6.5 Dispositif CYMBALE-TABLE TOURNANTE

L'idée d'utiliser une cymbale comme source sonore et une aiguille de platine vinyle comme capteur vibratoire découle directement des travaux expérimentaux que j'ai pu mener pendant ma thèse de doctorat⁶. Les phénomènes produits par une cymbale excitée fortement sont : la variation de hauteur (*pitch shifting*), le transfert d'énergie intermodal (se traduisant par un enrichissement harmonique), les bouffées chaotiques (ajout de bruit). Plusieurs dispositifs d'excitation et de mesure vibratoire ont été employés durant mes mesures expérimentales. Parmi ces dernières, les capteurs présentant une aire de contact la plus réduite possible devait être employés car la masse et l'amortissement ajoutés étaient rédhibitoires. Le capteur idéal à disposition était le vibromètre laser, ne présentant aucun contact avec la surface de la cymbale. Ne disposant pas de vibromètre laser, seuls les capteurs vibratoires à contact étaient possible pour pouvoir amplifier sans risque de feedback. Les capteurs piézo-électrique présentent une réponse en moyennes fréquences extrêmement colorée et demandent d'être collés sur une zone de contact trop étendue en regard de l'amortissement provoqué. L'aiguille d'une platine, supportée par un bras équilibré, est en fait une solution mécanique idéale, en plus de ses connotations esthétiques et ses possibilités de jeu intéressantes.

Le jeu du dispositif *cymbale-table tournante* était écrit en fonction de la matière sonore particulière qui peut en être dégagée. Différents modes d'excitation de cymbale étaient employés :

6. Mon doctorat a été mené à l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées et à l'École doctorale de l'École Polytechnique, sous la direction de Cyril Touzé. Son sujet portait sur les vibrations non-linéaires de plaques circulaires minces imparfaites

1. frappe avec la mailloche, la baguette de vibraphone, la baguette de batterie ou des baguettes culinaires asiatiques ;
2. frottements doux avec les têtes cotonnées des baguettes ;
3. frottements raides (crissement) avec le bois des baguettes ;
4. frappe sur la cloche ;
5. frappe plus forte.

La matière sonore produite était souvent très éloignée du son communément perçu d'une cymbale excitée de manière usuelle et non amplifiée via un capteur vibratoire ponctuel (l'aiguille posée sur la cymbale). Les phénomènes musicaux intéressants à exploiter étaient respectivement :

1. une réponse large bande, définie temporellement, très peu amortie donc l'écoute est très similaire au son du gong frappé doucement ;
2. une réponse très basse fréquence, très peu définie temporellement, semblable à un vrombissement sourd ;
3. une réponse très aiguë, très résonante. Un contrôle fin de l'angle de frottement et de la pression exercée sur la cymbale permet de contrôler avec une précision relative la hauteur du son émis. Des transitions vers des sons stationnaires aiguës à d'autres hauteurs, de même que des régimes faisant apparaître deux ou trois hauteurs à la fois, en relation in-harmonique enrichissent considérablement le son ;
4. l'effet de réverbération dû aux trajets vibratoires non-amortis et réfléchis sur les bords de la cymbale est mis en valeur ;
5. une émergence des phénomènes non-linéaires dus aux vibrations : dynamique chaotique, bouffées chaotiques. Et également, saut du bras de l'aiguille produisant des coupures nettes, officiant comme un *limiteur mécanique* de la source excitatrice tout en produisant un effet rythmique de balle rebondissante.



FIGURE 2.10: Répétition de la pièce *L'Ivresse et le Progrès* pour le Live@CIRMMT « Meaning of Format » (CRÉDIT PHOTO : Ofer Pelz).

6.6 Réalisation technique

6.6.1 Métronome, indicateur sonore de tempo, changement de métriques et de tempos

Un patch original de lecture de structure formelle et de lecture d'automation associé à chaque paramètre du traitement en temps réel a été implémenté dans MAX/MSP pour cette pièce. Le patch lit un fichier texte dans lequel est reporté la structure de tempos et de métriques de la pièces. Les automatisations, divisées sous la forme de contrôles à 127 positions ou à 10 positions (pour une gestion plus pratique des changements de réglages).

Le patch présente un aspect pratique pour les répétitions puisque les instrumentistes peuvent choisir la partie de la partition à travailler. Ensuite, l'indication sonore de tempo du métronome s'adapte bien sûr en temps réel ainsi que toutes les automatisations.

Ainsi pour cette pièce, sept voies étaient **traitées** et **spatialisées en temps réel** sur huit haut-parleurs. L'adaptation de l'électronique et de la spatialisation aux contraintes de la salle

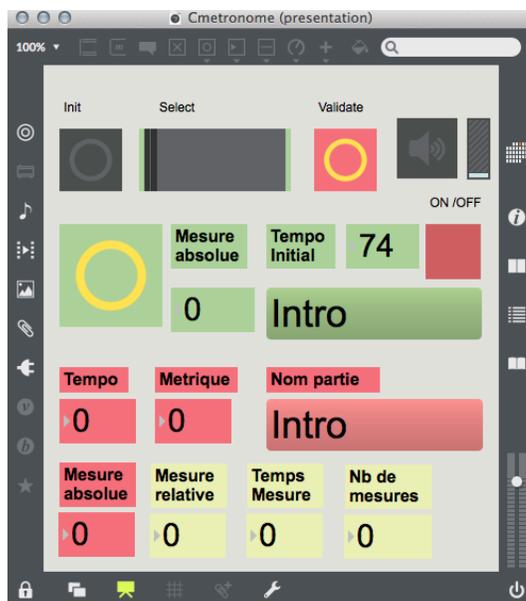


FIGURE 2.11: Metronome-lecteur de structures métriques pour Max/MSP. Il était utilisé pour les répétitions et a permis l'ajustement rapide du tempo et des paramètres d'automatisation au moment de la répétition générale, le jour du concert.



FIGURE 2.12: Interface d’automations codées pour Max/MSP. Elles couvrent toute la durée de la pièce. Deux catégories ont été prévues selon le type de paramètre à commander : l’une couvrant une gamme de valeur de 0 à 127 (en haut et au milieu) et l’autre ouvrant une gamme de valeur de 0 à 9 (en bas) .

pouvait donc se faire rapidement sur place.

6.6.2 Angle-Based Amplitude Panning (ABAP)

Pour permettre des effets de spatialisation sonores pouvant supporter des vitesses élevées, l'algorithme VBAP [36] de Ville Pulkki a été implémenté pour MAX/MSP de telle sorte que le paramètre de commande angulaire permettant le calcul d'attribution des sources reproductrices pour le cas de trajectoires bi-dimensionnelles (dans le plan aural) et le calcul des facteurs d'amplitude soient à la fréquence d'échantillonnage audio. Ce travail fut le fruit d'une collaboration équilibrée avec Julien Boissinot⁷. L'algorithme fut ensuite modifié pour prendre en compte l'effet de la distance source virtuelle / zone de reproduction sur le retard temporel de la source reproduite de manière à pouvoir rendre compte, si on le souhaite, de l'effet Doppler dans les signaux reproduits. Un délai fractionnaire par calcul des coefficients de Lagrange à la fréquence audio fut également implémenté dans MAX/MSP. Ces implémentations étaient permises par la fonctionnalité MXJ~ du logiciel permettant la compilation d'objets écrits en JAVA. Le lecteur intéressé par le détail des équations et de l'algorithme pourra se reporter à la publication intitulée *On the robustness of the upper limit for circular auditory motion perception* [10].

7. Julien boissinot est responsable technique et informatique du CIRMMT.

7 Âpre teinte

Composition	: Cédric Camier & Analía Llugdar
Date	: 2014
Instrumentation	: Saxophone, dispositif E.L.S.A
Durée	: 9 ”
Création	: 2014, Concert du workshop <i>Musical Gesture</i> , CIRMMT, New music Building, McGill University
Lien	: https://vimeo.com/98379928

7.1 Introduction

La pièce « Âpre teinte », a été l’occasion spéciale de travailler l’utilisation de chaînes de traitements non-linéaires. J’ai ainsi conçu un dispositif de sourdine lumineuse pour saxophone et synthétiseur analogique réactif à la lumière relié à un patch de traitement croisé des voies (gestes contrôlant le synthétiseur, le son du saxophone contrôlant aussi les paramètres de traitement du synthétiseur et/ou le son du synthétiseur contrôlant les paramètres de traitement du saxophone).

7.1.1 Contexte

Cette pièce est une commande dans le cadre du workshop *Musical Gesture : Notation and performance of Live Electronic* organisé en mars 2014 par Guillaume Boutard et mené par Caroline Traube et Pierre Michaud. Elle a été écrite conjointement par Analía Llugdar et moi pour les saxophonistes de l’ensemble Quasar. La commande incluait spécifiquement l’élaboration d’un dispositif gestuel original de contrôle de l’électronique. Nous avons collaboré à chaque étape et la composition se voulait un dialogue continu entre son acoustique et son électroacoustique.



FIGURE 2.13: Au workshop *Musical Gesture : Notation and performance of Live Electronic* avec Chantale Leclair et Jean-Marc Bouchard (CRÉDIT PHOTO : Ana dall'ara Majek).

7.1.2 Brève description

La pièce se joue dans l'obscurité. Une Extension Lumineuse pour Saxophone Augmenté (ELSA), adaptée au saxophone alto, permet un contrôle gestuel du traitement audio. Le traitement est commandé par un synthétiseur analogique réagissant à la quantité de lumière. La chaîne de traitement audio traite à la fois le son du saxophone et du synthétiseur. Elle est entrelacée et est raccordée de manière complexe (non linéairement) de sorte qu'elle possède des variations propres.

7.1.3 Valorisation

Dans le cadre du workshop, la pièce a été jouée par deux membres du quatuor Quasar, de manière comparative. L'étude était notamment l'objet d'une conférence sur la « Préservation des musiques mixtes : la place méthodologique du document sonore et des traces de l'activité », donnée par G. Boutard à la Bibliothèque Nationale en juin 2014 [8].

7.2 Approche

7.2.1 Idée générale et composition

Trois idées ont été suivies :

- Écriture sous forme de cycle ;
- texture soulignant leur évolution ;
- différents éclats d'une même *texture lumineuse*.

7.2.2 Transmission à l'interprète

L'accent a été mis sur la transmission de l'interprétation du traitement électronique à l'instrumentiste. Selon la structure de traitement audio croisé choisie, l'interprète possède un contrôle relatif sur le son produit. Ce contrôle n'est pas systématiquement proportionné à l'ampleur du geste. Le lien varie avec la structure de traitement. Cependant, chaque structure possible a été étalonnée en répétition que pour l'interprète comprendre et s'approprier la nature du lien geste-transformation.

7.3 Interface

Afin de donner à l'instrumentiste un large contrôle sur le son, j'ai imaginé et conçu une interface composée de 3 éléments :

1. une extension lumineuse pour saxophone augmentée ;
2. un synthétiseur analogique sensible à la lumière ;
3. un patch original de traitement croisé. Le patch analyse et traite séparément puis ensemble le son émis par le saxophone et celui du petit synthétiseur.

L'extension lumineuse se place dans le pavillon du saxophone. Elle a été imaginée pour être ergonomique, correspondant à un geste confortable et maîtrisé par l'instrumentiste, similaire au placement d'une sourdine. De part sa position elle est dans la continuité du bras

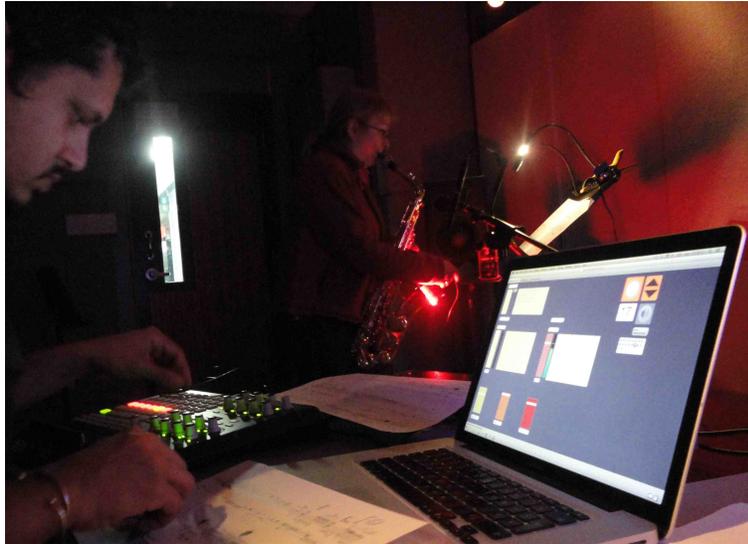


FIGURE 2.14: En répétition avec Chantale Leclair. Réglage des paramètres de contrôle du geste sur le patch Max/MSP, avec interface APC40.

du saxophoniste. Celui-ci varie l'intensité lumineuse émise en modifiant l'enfoncement de l'extension dans son pavillon.

En parallèle au lien haptique⁸ qu'il entretient avec cette extension, la quantité de lumière dégagée permet d'évaluer finement l'effet produit sur le capteur de lumière du synthétiseur. La lumière ajoute un repère perceptif qui augmente l'apprentissage du lien geste-traitement et le rend sensoriellement plus évident.

7.4 Système de traitement

La figure 2.15 présente le schéma de principe du dispositif et des chaînes de traitement associées. De manière générale, le synthétiseur analogique THINGAMALOOOP est modulé grâce à la lumière émise par le dispositif lumineux plus ou moins enfoncé dans le pavillon. L'amplitude et/ou la fréquence du son émis par le synthétiseur module l'amplitude et/ou le

8. relatif au toucher, par analogie avec l'acoustique ou l'optique

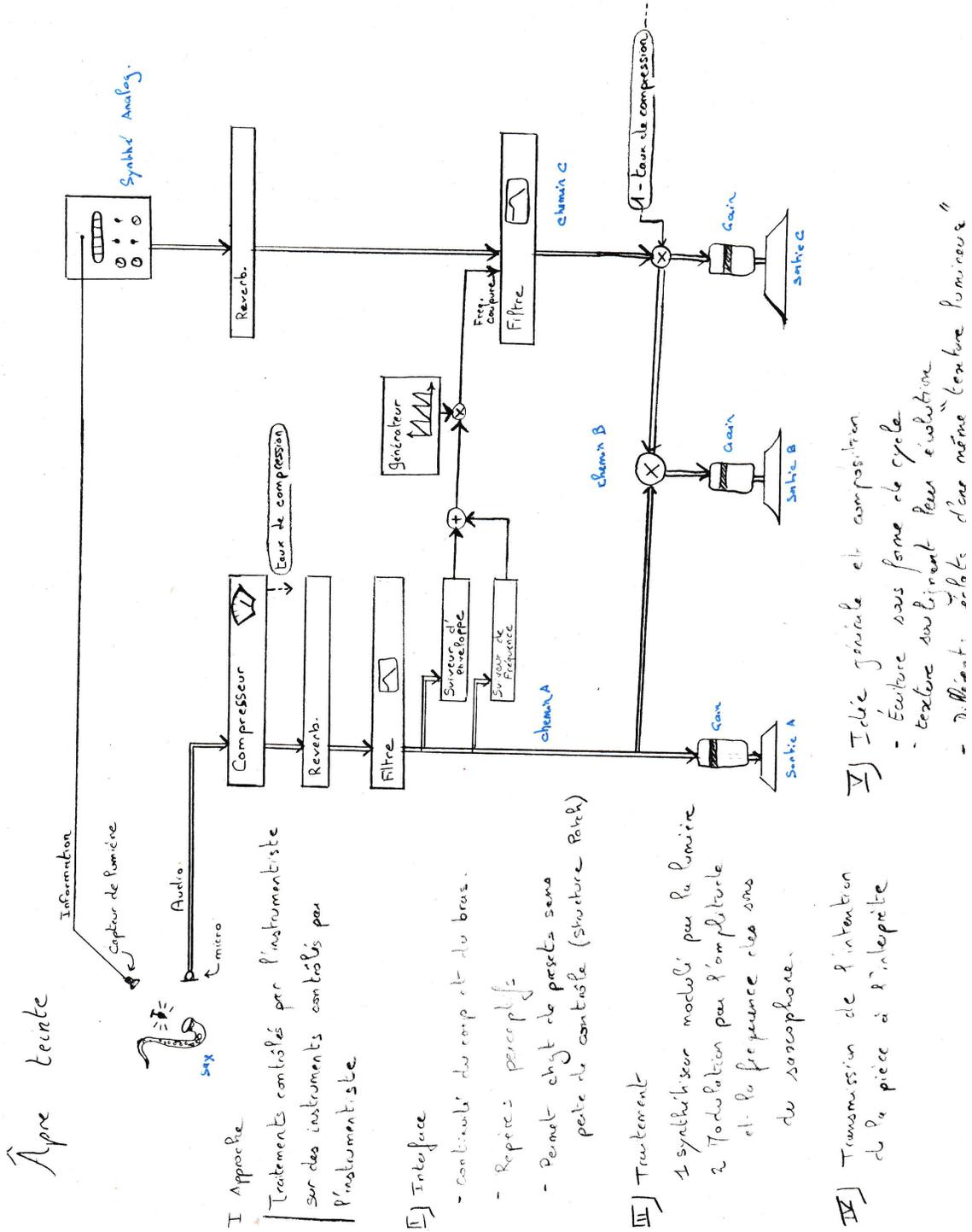


FIGURE 2.15: Schéma de principe de l'interface nommée ELSA (Extension Lumineuse pour Saxophone Augmentée).

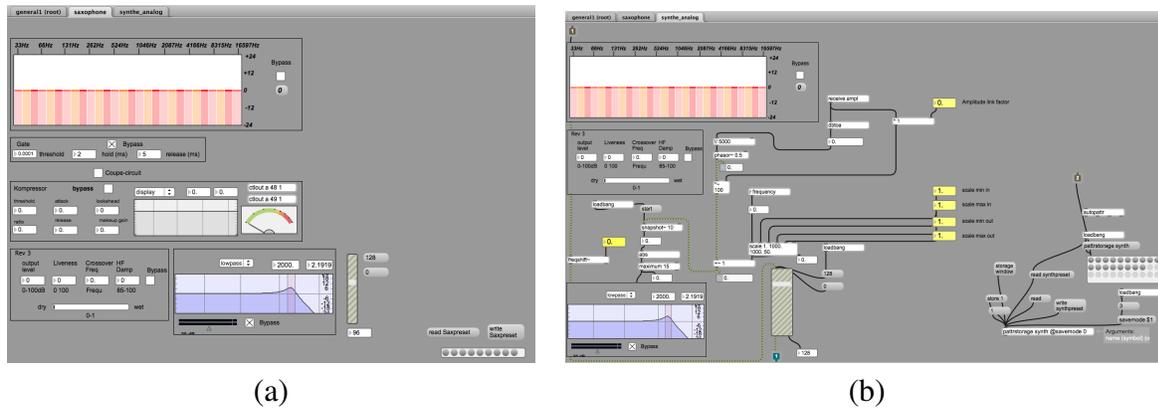


FIGURE 2.16: Patch Max/MSP de traitement croisé. Onglet du patch de traitement du signal micro du saxophone (a) et du signal du synthétiseur analogique (b) .

son émis par le saxophone. Les quantités ne sont pas systématiquement modulées de manière linéaire (proportionnelle) ; la chaîne de traitement utilise notamment des taux de compression en guise de paramètres modulant. Cette chaîne de traitement est en fait double. Le chemin A (voir figure 2.15) est appliqué au signal audio du Saxophone. Il consiste en une chaîne de traitement composée d'un compresseur, d'une réverbération et d'une filtre. Le chemin C est appliqué au signal audio du synthétiseur THINGAMALOO . Il consiste en une réverbération et un filtre résonant. Ces deux chaînes de traitement sont couplées. Ainsi, bien que chaque chaîne de traitement soit relativement simple, leur couplage produit une complexité d'effets au processus de contrôle particulier. L'instrumentiste contrôle via l'amplitude et la hauteur du son produit par son instrument d'une part et via le dispositif lumineux d'autre part.

Les paramètres du signal produits sont analysés en temps réel grâce à un suiveur d'enveloppe et un suiveur de fréquence. Ces paramètres commandent un générateur d'onde dont la sortie est reliée à la fréquence de coupure du filtre résonant du chemin C.

Également, le taux de compression du compresseur de la chaîne A est utilisé pour modu-

ler le gain de la chaîne C. Ainsi, plus l'instrumentiste joue fort, moins l'effet du synthétiseur est présent. De la sorte, lorsque le saxophoniste joue doucement, le son acoustique de son instrument doux et fluide est largement altéré par le synthétiseur et sa chaîne de traitement. Et lorsque le saxophoniste joue fort, le timbre distordu du synthétiseur disparaît au profit du son acoustique plus riche et plus distorsionné du saxophone dans ce registre d'amplitude. Une certaine forme de distorsion est donc conservée sur toute l'amplitude de jeu du saxophoniste. Cette idée esthétique était un point central de cette pièce. Il est d'ailleurs à l'origine de l'adjectif *âpre* de son titre *âpre teinte*. Trois sorties audio (sortie A, sortie B et sortie C sur le schéma de principe) sont possibles et sont mixées en direct pendant l'interprétation de la pièce. Ils correspondent à la mise en valeurs des différentes chaînes de traitement. Ainsi, l'on peut moduler le son du synthétiseur avec la lumière et ce son, inaudible, peut contrôler le traitement du son du saxophone. Inversement, le son du saxophone peut moduler le son du synthétiseur seul diffusé par les enceintes.

Les réglages des paramètres de traitement occasionnent des effets très variés, étendus dans le spectre fréquentiel, et de différentes granularités. Ils sont autant de *teintes* d'une manière de distorsionner le son et le jeu du saxophone.

7.5 Écriture de l'électronique

La partition est présentée en annexe de ce document. La notation de la partie électronique a fait l'objet d'une réflexion et d'un soin particulier. Usuellement, pour les instruments classique, la notation musicale désigne le *jeu commandé* à l'instrumentiste et non le son désiré. On inscrit les notes que l'instrumentiste doit jouer et seules quelques indications portent parfois sur la production sonore désirées. Les notations des parties électroniques posent encore aujourd'hui un problème dans la musique mixte. Deux voies de désignation sont possibles : la commande ou le rendu. Lorsque la pièce mixte utilise par exemple des déclenchements

The image shows a handwritten musical score for a piece titled "Sons nuage". It consists of three staves:

- Saxo:** The top staff is a saxophone part. It starts with a circled plus sign, followed by a circled minus sign, a circled sharp sign, and a circled double sharp sign. The dynamics are marked as *pp*, *p*, *mf*, and *p*. There is a *x2* marking above the staff.
- ELSA:** The middle staff is a control line for the ELSA device. It features a dashed horizontal line with several solid black circles and open circles placed along it, representing light intensity levels.
- Texture:** The bottom staff is a texture control line. It contains a box with the number "2" and a dense field of dots that vary in density and vertical spread, representing the desired audio effect.

Below the Texture staff, there is a legend: "Son bruité en bande Fine" and "Lumière: hauteur et largeur de bande".

FIGURE 2.17: Extrait de la partition de la pièce *Âpre teinte*. Écriture de la partie électronique en deux voies : commande (partie *ELSA*) et effet désiré (partie *Texture*).

audio, les compositeurs utilisent principalement une notation de commande, indiquant les déclenchements et éventuellement les ajustements de gain que le réalisateur en informatique musicale doit jouer. Il est également fréquent de voir apparaître également sur la partition la forme d'onde de la partie électronique enregistrée. Elle sert principalement d'indication de présence, de durée et d'intensité de ces parties. Il est plus rare de voir apparaître sur la partition une notation de la partie électronique sous forme d'effet désiré⁹. Dans le cas d'une pièce mixte dans laquelle l'interprète possède un contrôle sur l'effet électronique et que cet effet doivent faire partie de l'interprétation, il nous a semblé important d'utiliser ces deux modes d'écriture. La partie « ELSA » de la partition donnent les indications de la quantité de lumière à produire avec le dispositif par son ouverture à partir du pavillon (rond plein : obscurité ; rond vide : dispositif lumineux complètement sorti du pavillon). La partie « Texture du traitement électronique » donnent des indications sur l'effet électronique escompté. Ils sont écrits en terme de hauteur et de densité à partir de signes distinctifs représentant la

9. Il en existent tout même. C'est d'ailleurs le cas des compositeurs utilisant des partitions graphiques comme Stockhausen ou plus récemment Jean-François Laporte.

The image shows a handwritten musical score for three parts: Saxo, E.L.S.A., and Texture. The Saxo part is written on a treble clef staff with various notes, rests, and dynamics (p, f, mf). The E.L.S.A. part is on a staff with circles and arrows, labeled 'Ad Libitum Molto espressivo'. The Texture part is on a staff with dots and circles, representing sound clouds. A box with the number '4' is at the bottom right, with text 'Son âpre, rugueux' and 'Lumière: rugosité'.

FIGURE 2.18: Extrait de la partition de la pièce *Âpre teinte*. Écriture de la partie électronique en deux voies : commande (partie *ELSA*) et effet désiré (partie *Texture*) .

texture sonore produite par le réglage électronique choisi.

Deux extraits de la partition sont présentés aux figures 2.17 et 2.18. Les indications sur la texture générale et sur l'effet produit par quantité de lumière émise sont fournies en dessous du nombre de référence désignant le réglage de l'électronique. L'on notera que la partie *texture* est le résultat désiré de la partie *Saxo* modulée par la partie *ELSA*. Les signes diffèrent suivant le réglage de l'électronique et suivant le mode de jeu du saxophone. Dans l'extrait de la figure 2.18, les sons nuages¹⁰, modulé par la partie *ELSA* sont représentés par un nuage de points par exemple. Dans l'extrait de la figure 2.18, l'on observe après la respiration que la partie *ELSA* est une note tenue mais que l'effet désiré est produit par l'interprétation de la partie *saxophone*.

Ce mode d'écriture double est particulièrement important pour une écriture musicale basée sur la texture et utilisant un dispositif électronique que les musiciens n'ont pas l'habitude de manipuler ou d'écouter. Ce mode d'écriture invite l'interprète à porter une attention par-

10. Les sons « nuage » (ou *ghost notes* en anglais) sont des sons à peines perceptibles produits au saxophone par une gestion particulière du souffle et un placement particulier de la langue.

ticulière sur la texture du son. Cette écriture double lui permet également d'étayer sa compréhension du lien entre la manière de jouer l'instrument électronique et les effets produits. C'était un point crucial dans le cadre de ce travail sur le contrôle de la chaîne de traitement non-linéaire. Ces travaux développent ainsi une partie de mes propositions du premier chapitre sur l'utilisation d'outils non-linéaires pour production de sons dirigés mais non complètement contrôlables.

8 L'ivresse et le Progrès II

Composition	: Cédric Camier
Date	: 2014
Instrumentation	: Dispositif de platine sur cymbale
Durée	: 9 "
Création	: 2014, Ebuzz, salle Claude Champagne, Faculté de musique de l'université de Montréal
Lien	: https://vimeo.com/98489335

8.1 Introduction

Cette version est une version solo de la première version. Le patch MAX/MSP a été étendu pour permettre le contrôle de pré-réglage (*presets*) ou d'automations via un contrôleur MIDI APC40. Une version improvisée de la pièce en a découlée et fut notamment présentée à la première édition de la série IMPROV@CIRMMT, en février 2015. Le processus de création n'est pas nouveau puisque l'élaboration de la pièce s'est faite sur la base d'éléments musicaux sélectionnées sur la première version. Néanmoins, j'ai creusé plus en avant :

1. la technicité du jeu de baguette frottée sur la cymbale ;
2. le registre des modes d'excitation de la cymbales ;
3. le registre des modes de jeu entre plaque tournante, aiguille et cymbale ;
4. les outils de traitements ;
5. l'interfaçage pour une gestion des traitements en temps réel.

8.2 Registre des modes d'excitation et de jeu

Vis-à-vis de la première version, les différents modes d'excitation de cymbale ont été étendus :

- aux frottements doux avec les têtes cotonnées des baguettes ;
- aux frottements raides (crissement) avec le bois des baguettes ;

- à la frappe sur la cloche ;
- à la frappe plus forte ;
- aux frottements raides (crissement) avec différentes tailles de baguette et différents matériaux (bois, gomme, métal) ;
- à l’excitation par frottement sur le bord avec une corde de guitare tendu ;
- à l’excitation par contact avec des petites chaînes de métal.

Le registre des modes de jeu entre plaque tournante, aiguille et cymbale a été étendu :

- à l’une excitation mécanique de la plaque tournante ;
- au frottement du support de métal de la plaque tournante en rotation contre des baguettes et des clous ;
- au jeu rythmique avec des séquences de contact contrôlées entre l’aiguille et la cymbale ou entre l’aiguille et le support de métal de la plaque tournante.

8.3 Traitement

Le patch Max/MSP de traitement du signal de la pièce a été re-fondé. Il est présenté figure 2.19. L’entrée audio récupère le signal en sortie de l’amplificateur de la table tournante. Il est dispatché suivant 4 chaînes de traitement.

La première chaîne de traitement comporte un égaliseur (*equalizer*), un dégradeur (*degrade*) et un tremolo en série. La seconde comporte un égaliseur et un modulateur par transformée de Hilbert (*Hilbert Modulator*). La troisième comporte un délais multi-étagés (*multidelay*) et un transpositeur (*Pitch-shifter*). La quatrième se réduit à un transformateur de forme d’onde (*Waveshaper*). Chaque chaîne de traitement possède un registre de traitement particulier couvrant un large spectre de transformations morphologiques possibles.

En premier lieu, j’ai créé un répertoire de réglages adapté aux différents modes de jeu. Des automatisations de réglage ont également été créées de manière à proposer des évolutions temporelles indépendantes du jeu sur la cymbale. Deux patches Max/MSP gèrent les com-

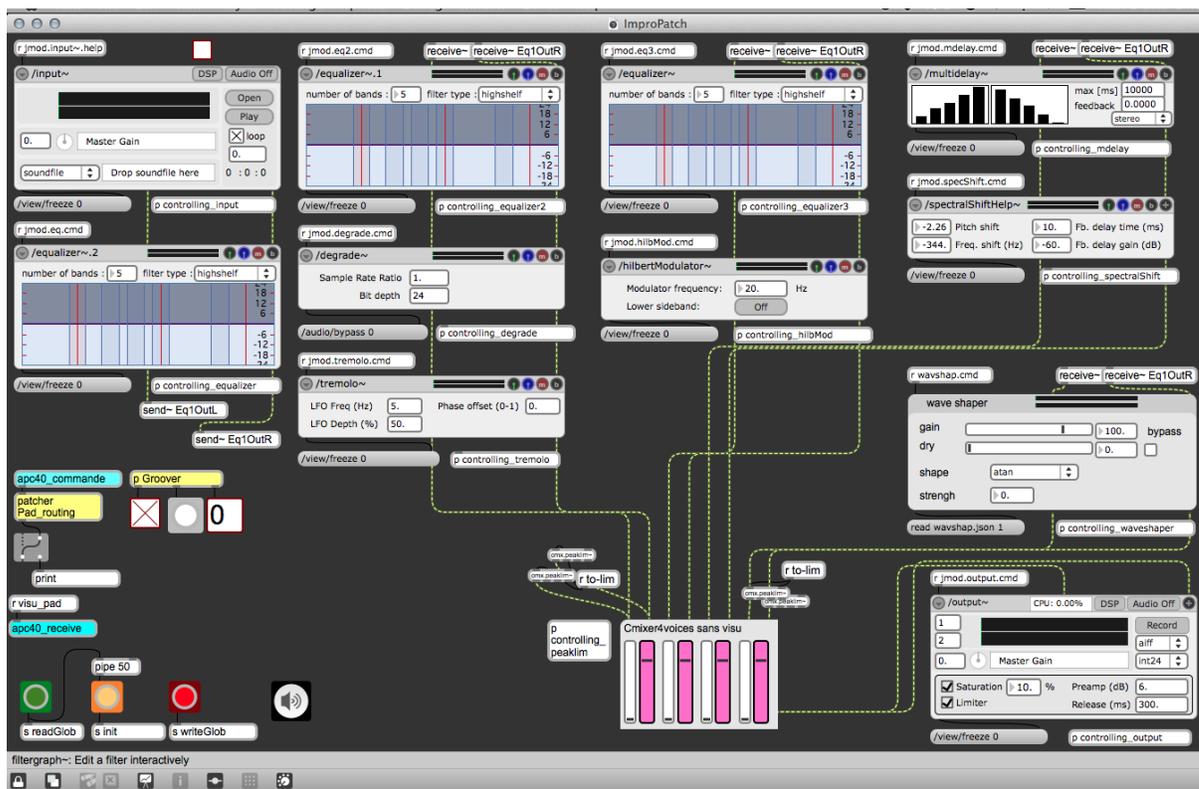


FIGURE 2.19: Sous-patch Max/MSP de gestion de traitement sonore et rythmique de la pièce *L'ivresse et le Progrès II*.

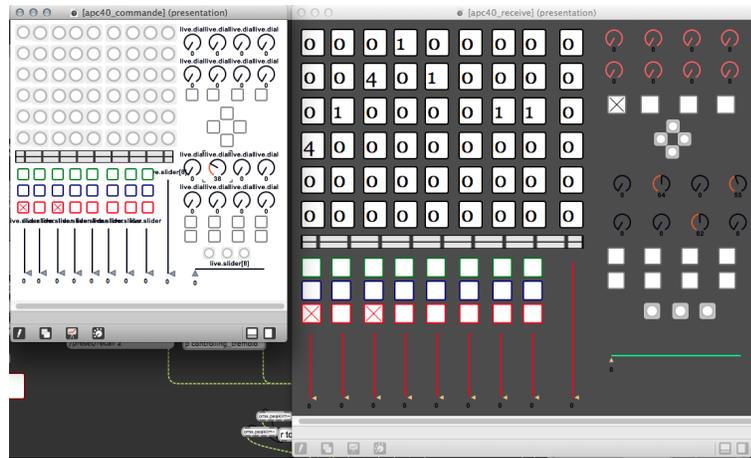


FIGURE 2.20: Sous-patches de contrôle d’entrée (gauche) et de sortie (droite) créés pour le contrôleur Midi APC40 pour l’interfaçage en temps réel du patch de gestion de la pièce *L’Ivresse et le Progrès II*.

mandes et les rétroactions visuelles du contrôleur MIDI APC40. Ils sont présentés à la figure 2.20. Chaque réglage ou automation correspond ainsi à un bouton lumineux du contrôleur. Le mixage des sorties des quatre chaînes de traitements est opéré manuellement via des potentiomètres de type *fader*.

Une fonction rythmique a également été élaborée (figure 2.21). Je l’ai construite à partir de générateurs automatiques de rythme. Chaque générateur produit une séquence rythmique construite à partir de probabilité d’apparition associée à des valeurs temporelles. La fonction rythmique comporte huit générateurs associés aux huit boîtes d’effet des chaînes de traitement. Les huit générateurs sont synchronisés pour un paramètre commun de tempo. Ce paramètre de tempo ainsi que les pré-réglages des générateurs ont été attribués à des potentiomètres réglables sur le contrôleur MIDI.

Les déclenchements en sortie de chaque générateur de rythme contrôlent des changements de réglage dans une banque de réglages pré-sélectionnés. L’on peut activer ou désactiver localement l’effet de chaque générateur. J’ai également prévu une fonction de gel

(freeze) par boîte d'effet permettant d'arrêter temporairement la séquence de variation sur un réglage voulu. Cette fonction rythmique permet donc l'élaboration de rythmes construits comme un motif de batterie avec des placements et des fréquences de changement différents selon la boîte d'effet et donc selon le type de transformation. Un des réglages que j'ai souvent utilisé était par exemple : des changements denses et plutôt réguliers de réglages du dégradeur, des changements plus lents placés sur les temps forts pour le modulateur par transformée de Hilbert et des changements plutôt aléatoires et très lents de réglage dynamique du transpositeur.

Esthétiquement, ces variations viennent altérer plus ou moins drastiquement le signal mesuré par l'aiguille de la table tournante. Dans le cas d'une excitation continue et de variation lente sur laquelle on applique le réglage pris précédemment pour exemple, la temporalité du geste et du son d'origine contraste avec le résultat produit. La dialectique est intéressante puisqu'elle permet de contrôler une forme texturale longue et développée et cependant chahutés par des variations plus ou moins accidentelles.

8.4 Gestes sonores et structure

Au cours du travail de cette pièce, un effort particulier a été porté sur la construction de geste. Le maintien d'une note tenu produit par le frottement d'une baguette sur une cymbale demande un grand degré de technicité. La reproduction d'un geste contrôlé demande un travail particulièrement répétitif et laborieux. L'improvisation est faite suivant trois idées musicales. Ces idées ne correspondent pas directement à des modes de jeux mais au développement d'un motif.

Le premier motif est fait à partir de sons différents, en apparence éclatés, construits à partir de différents modes de jeu sur la plaque tournante et la cymbale. Son développement conduit à

une présentation et un bref développement des différents modes de jeux possibles. La succession, la longueur et la forme des développements appartiennent à l'improvisation du moment. La seconde partie débute avec la production d'un geste très simple mais extrêmement difficile à contrôler, celui d'un *glissando* fait par frottement d'une baguette sur la cymbale. Le *glissando* est ensuite développé progressivement depuis un son relativement pur vers un son riche distorsionné. Ce son est produit par un crissement occasionné une force croissante appliquée au contact bois-métal. Ce développement est repris à deux voix en utilisant deux baguettes. Cette partie se fait généralement en l'absence de tout traitement électronique afin d'exploiter le plein potentiel de cette production sonore in-harmonique et fortement non-linéaire. À nouveau la forme précise de ce *glissando* et celle de son développement reste de l'ordre de l'improvisation.

Le timbre complexe issu des vibrations non-linéaires de la cymbale est progressivement accompagné par un traitement électronique riche. De manière similaire à la pièce *Âpre teinte*, l'on passe d'une distorsion physique à une distorsion électronique. Le geste initial est donc très progressivement transformé par densité, par enrichissement spectral puis par accumulation à une masse continue de bruit. Les variations de cette masse sont produits par des changements de mode de jeu, par l'utilisation de clous, de gommages et de chaînettes de métal.

La dernière partie exploite les fonctions rythmiques précédemment décrite dans le paragraphe 8.3. Le geste introduit dans la seconde partie est rallongé à l'extrême puis une excitation continue et douce dialogue avec les éclats rythmiques des variations de traitement.

Projet d'outil d'aide à la composition spatialisée

3

Réseau de haut-parleurs circulaire pour WFS, Cédric Camier, CIRMMT, 2015.



1 Introduction

Le logiciel d'aide à la composition spatiale conçu pendant ma maîtrise a pour objectif de représenter en temps réel le champ sonore produit par une commande de scène auditive spatiale via un algorithme de spatialisation choisi par l'utilisateur. L'outil résultant complète la gamme de spatialisateurs actuellement disponible. La plupart en effet se basent sur une approche de commande et permettent l'utilisation d'algorithmes de spatialisation plus ou moins sophistiqués ou de possibilités de trajectoires de sources plus ou moins créatives. Dans l'interface du logiciel, le champ sonore est représenté par l'intermédiaire d'une carte acoustique et d'indicateurs acoustiques et perceptifs donnant à l'utilisateur des indices clairs sur la qualité du champ spatial composé (à la manière d'un spectrogramme qui représente sur une échelle temps-fréquence le signal d'une texture composée). Sont calculées et représentées en temps réel, les trajectoires des sources virtuelles composées, la projection aux haut-parleurs de diffusion, les points binauraux d'écoute, le champ de pression acoustique, le vecteur d'intensité et le vecteur de direction d'arrivée du front d'onde. Un calcul des points de pression binauraux à la fréquence d'échantillonnage audio permet également l'écoute en temps réel en un point de l'espace et vers une direction choisie.

2 État des lieux d'outils existants

Les logiciels existants et les développements récents en terme d'outils informatiques de spatialisation concernent, à ma connaissance, d'un côté le contrôle de la scène auditive que l'on veut composer spatialement et de l'autre la performance des algorithmes de reproduction spatiale.

Parmi les logiciels basés sur la performance de l'algorithme de spatialisation par modélisation physique, on trouve :

- le CICM Tool (VBAP, Ambisonie) ;

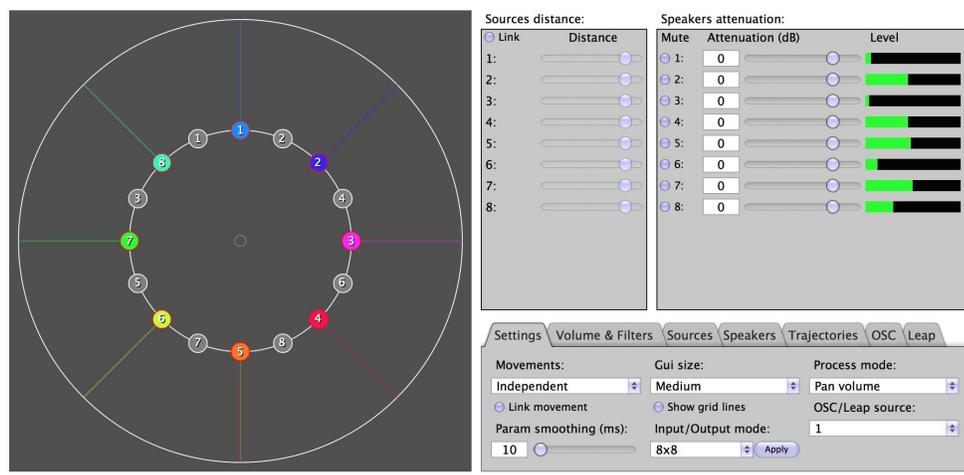


FIGURE 3.1: Capture d'écran du logiciel OCTOGRIS, développé par le Groupe de recherche en immersion spatiale (GRIS) de l'Université de Montréal.

- la HOA Library (Ambisonie d'ordre élevé) pour MAX/MSP ;
- le ICST Jamoma Project (Ambisonie) pour MAX/MSP ;
- le logiciel SPAT (Vbap, Ambisonie, WFS) pour MAX/MSP.

Ces logiciels sont très performants et restituent bien le positionnement ou les trajectoires de sources virtuelles, erreur de la méthode associée mise à part. En effet, chaque logiciel mentionné utilise un algorithme de spatialisation particulier. Chaque algorithme repose sur un principe particulier de restitution spatiale du champs sonore aux hypothèses de départ différentes. La méthode VBAP propose par exemple de simuler la direction d'écoute produit par des sources acoustiques monopolaires via une répartition d'amplitude sur une paire ou un triplet de haut-parleur. Du point de vue de la psycho-acoustique, la méthode ne repose donc que sur un des trois mécanismes de perceptions spatiale, la différence interaurale de niveau (plus connue sous son acronyme anglais d'ITD). La WFS est la méthode qui formule le moins d'hypothèses physiques restrictives. Elle se base sur le principe de Huygens qui établit une reproduction exacte du champs de pression cible. Les restrictions pratiques des systèmes de



FIGURE 3.2: Capture d'écran du logiciel SPATIUM.

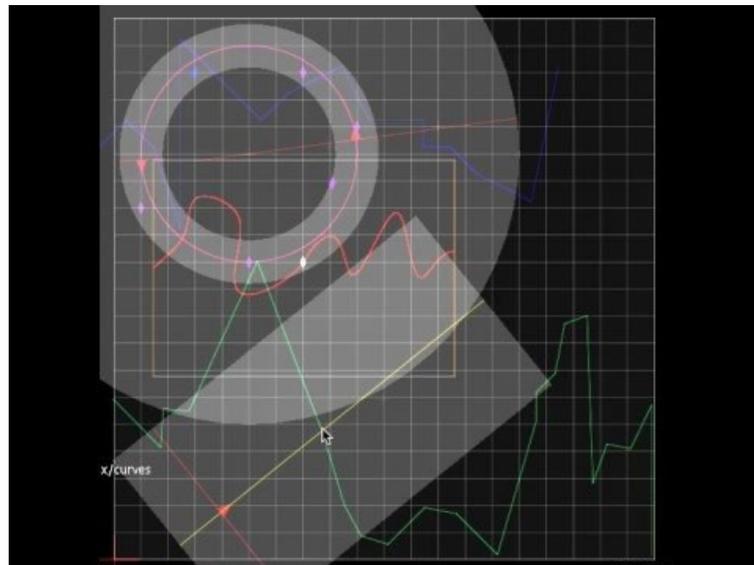


FIGURE 3.3: Capture d'écran du logiciel IANNIX.

WFS viennent de contraintes matérielles.

Parmi les logiciels basés sur l'ergonomie du contrôle, on trouve par exemple le logiciel OCTOGRIS, développé par le Groupe de Recherche en Immersion Spatiale (GRIS) de l'Université de Montréal. Les contributions spatiales y sont calculées en fonction de rapport géométriques. Pour chaque source virtuelle, les gains attribués aux haut-parleurs sont inversement proportionnels à la distance à cette source.

D'autres initiatives prennent en compte la dimension créative des figures spatiales à composer. On peut citer SPATIUM du compositeur Rui Penha qui utilise des lois dynamiques pour le mouvement de sources virtuelles. Il y a également VIMIC de Niels Peter qui utilise une approche de prise de son simulée avec un jeu possible sur les directivités et quelques options de mouvement génératif automatique. Une approche très visuelle et historiquement intéressante est celle qui consiste à utiliser Iannix comme commande géométrique de sources virtuelles.

La spatialisation est une dimension qui s'intègre aujourd'hui pleinement dans les processus de composition contemporaine, tout autant en musique acousmatique qu'en musique

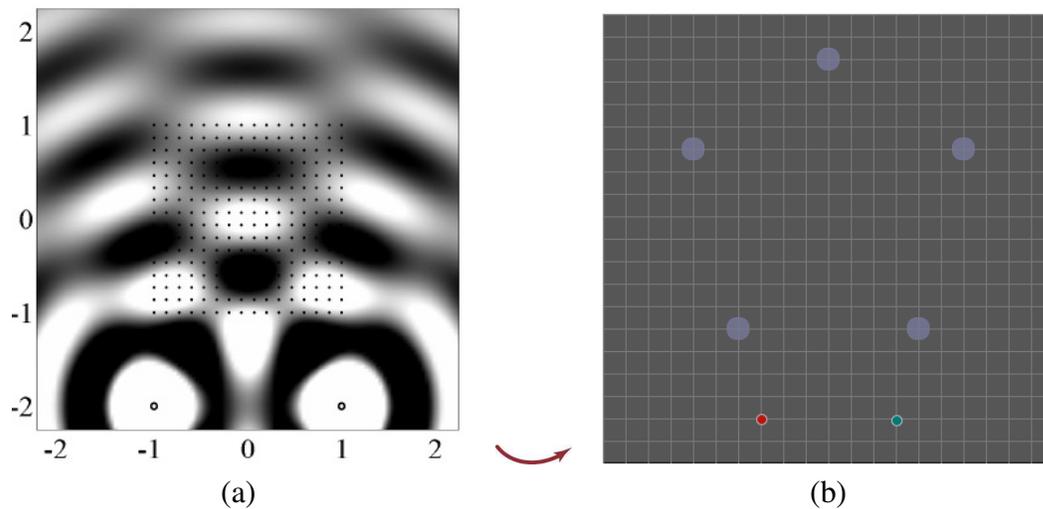


FIGURE 3.4: Idée à la base de SPART : Visualisation d'un champs de pression acoustique (a) correspondant à une scène auditive (b) .

mixte, et ces approches cherchent les façons de composer l'espace autrement. Cependant, les techniques de spatialisation ainsi que les principes de propagation d'onde sont assez mal maîtrisés dans le domaine de la composition [34], de sorte que les techniques raffinées de spatialisation musicales restent l'apanage de ceux qui en ont une expérience conséquente. Les logiciels de spatialisation n'offrant jamais de rétroactions ou d'information pertinentes sur l'environnement acoustique effectivement reproduit. Le compositeur ne peut que se fier à une expérience auditive biaisée par les caractéristiques acoustiques des salles d'écoute auxquelles il a accès et limitée par sa position, souvent centrale, au sein du système d'écoute.

3 Projet d'outil d'aide à la composition spatialisée : SpaRT

L'imagerie acoustique est aujourd'hui bien développée. On la retrouve fréquemment en tant qu'outil d'analyse de caractérisation de source ou de gène auditive dans le monde industriel. Elle permet de bien représenter les phénomènes acoustiques en présence, que ce soit les

fronts d'onde d'arrivée, la directivité des sources, les effets de retards cumulés. Elle permet en somme de bien représenter les composantes de la localisation auditive.

Il m'a ainsi semblé pertinent d'élaborer un logiciel d'aide à la composition spatialisé en injectant au sein de la scène auditive composée spatialement, une simulation du champs acoustique par la reproduction des sources virtuelles par les haut-parleurs via l'algorithme de spatialisation choisi (tel que présenté Fig. 3.4).

Le logiciel SPART (**S**patialisation **R**epresentation **T**ool) est codé pour MAX/MSP grâce à la fonctionnalité MXJ ~. Dans la fenêtre de visualisation, chaque pixel résulte du calcul de propagation en champs libre (pour le moment) des ondes acoustiques émises par les sources de reproduction dont on a spécifié la position. Le calcul est fait en temps réel, à une fréquence de rafraichissement de l'ordre du dixième de seconde. Les sources de reproduction sont le résultat quant à elles de la sortie d'un spatialisateur du choix de l'utilisateur (Vbap, Ambisonie, WFS, rapports géométriques, etc), reproduisant une scène auditive composée de sources virtuelles dont on commande la position.

Le but est à la fois pédagogique et prédictif car en plus de la visualisation du champs acoustique reproduit, une position d'écoute libre permet d'évaluer quelques indicateurs binauraux (intensité, différence inter-aurale de niveau, différence inter-aurale de délai, direction d'arrivée de front d'onde) partout dans la simulation de champs. La somme des champs de pression des sources de reproduction aux deux points binauraux d'écoute est faite à la fréquence d'échantillonnage audio et permet l'écoute au casque.

Les trajectoires peuvent donc être évaluées, support visuel à l'appui, suivant la méthode de spatialisation, le nombre et la répartition des haut-parleurs. Le point d'écoute peut également être évalué avec précaution. L'orientation du couple de pressions binaurales pris de part et d'autre du point d'écoute peut être également changée. La possibilité d'écouter en même temps que de visualiser le champs dans lequel on se promène permettra de se familiariser avec le rendu des trajectoires en plusieurs endroits, d'anticiper les problèmes de dégradation

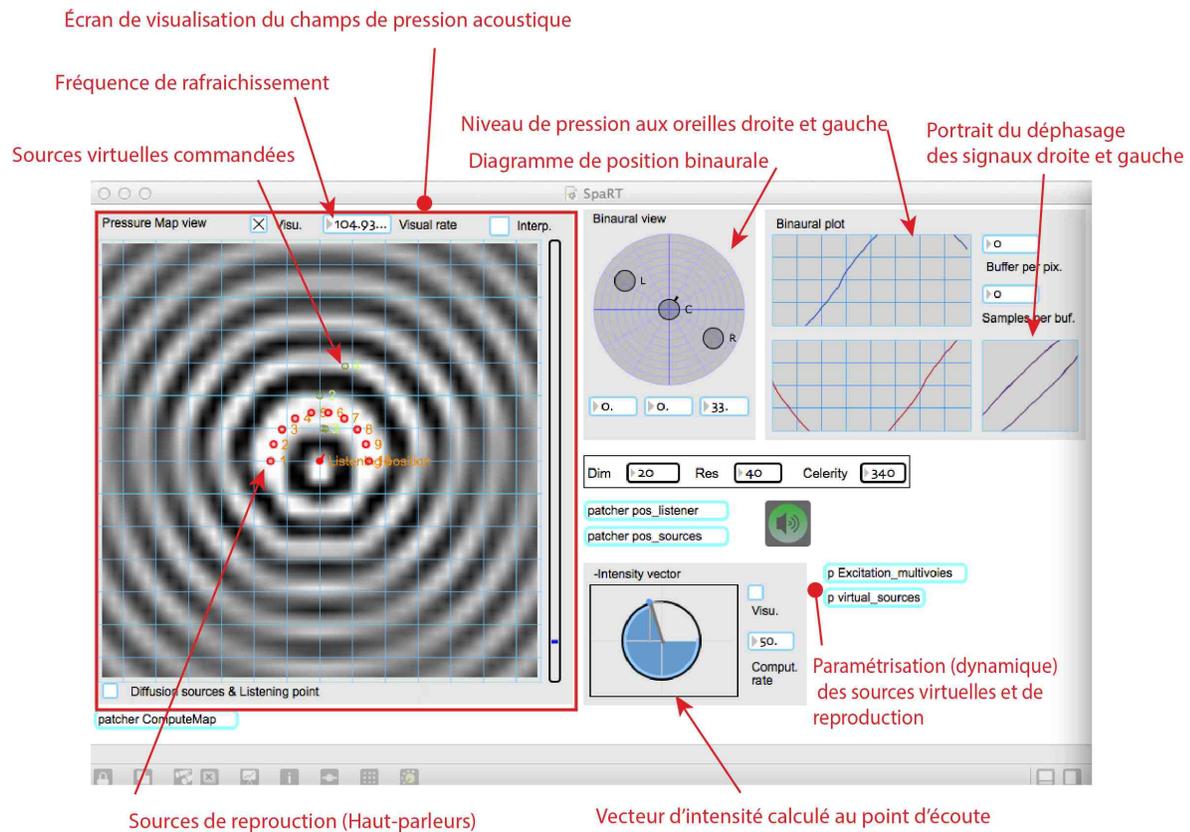


FIGURE 3.5: Logiciel d'aide à la composition spatiale SPART commenté.

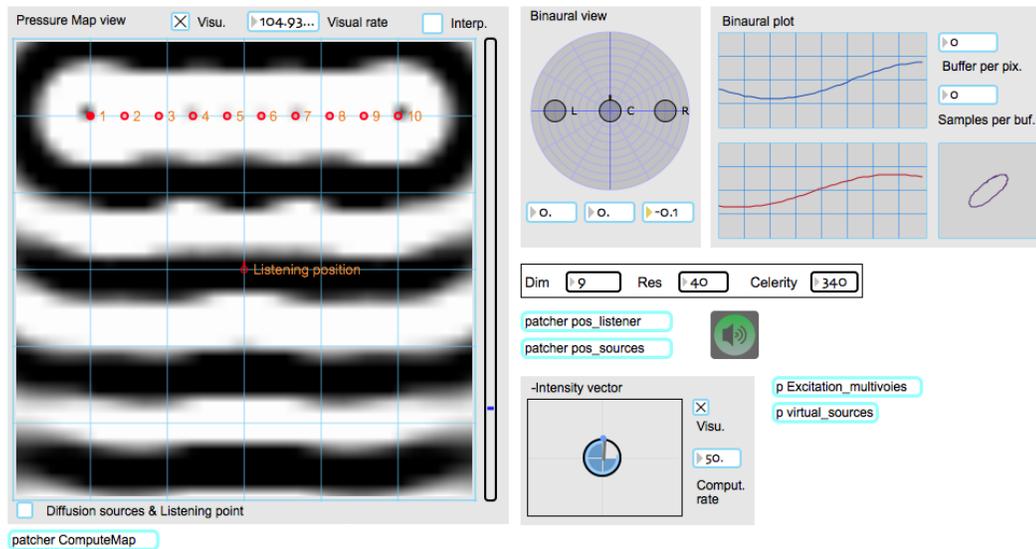


FIGURE 3.6: Reproduction avec une antenne linéaire de haut-parleurs en cohérence de phase.

de *sweet-spot* et de répartition de haut-parleurs et, plus largement, de comprendre plus finement les caractéristiques de localisation dans l'espace reliées au nombre et au placement des sources de reproduction ainsi qu'aux algorithmes de spatialisation qui les commandent.

Son objectif est d'être un outil de C.A.O. dédié à la musique électroacoustique et mixte. Il est actuellement codé en Java pour Max. Ce projet a pris la forme d'une collaboration avec les compositeurs J. Piché, P. Michaud, A. Llugdar et les chercheurs P.-A. Gauthier et Y. Pasco de l'université de Sherbrooke. Il a reçu le soutien financier du CIRMMT grâce à l'obtention d'un CIRMMT Student Award.

Afin de rendre compte de la portée pédagogique et pratique du support visuel en temps réel, plusieurs exemples sont proposés. Pour une visualisation plus nette du champs de pression, les sources virtuelles utilisées sont harmoniques et stationnaires. Figure 3.6, la reproduction est faite à partir d'une antenne linéaire de haut-parleur situé devant le point d'écoute. Les haut-parleurs virtuels émettent une onde en phase. Cette configuration illustre à la fois

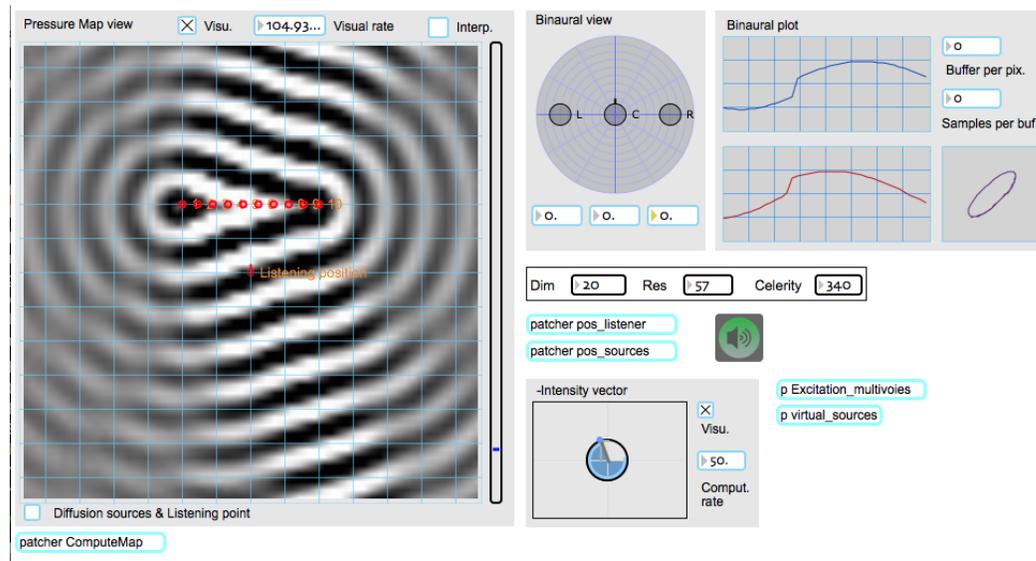


FIGURE 3.7: Reproduction avec une antenne linéaire de haut-parleurs soumis à une ligne de délais.

le principe du *Beamforming* ou *formation de faisceaux* et le principe de Wave Field Synthesis (WFS). Pour un auditeur situé devant l'antenne, le front d'onde du champ reproduit est similaire à une onde plane. L'auditeur tournant la tête ou même se promenant devant l'antenne aura toujours l'impression que la source est située à l'infini (ou bien loin devant lui), ses indicateurs perceptifs de localisation étant égaux dans la zone où le front d'onde est plan.

Une situation sensiblement similaire est représentée à la figure 3.7 à ceci près qu'une chaînes de retards réguliers a été appliquée aux hauts parleurs. Les retards réguliers et la multiplicité des hauts-parleurs créent un front d'onde orienté (dont l'angle dépend de la distance inter-haut-parleurs) qui transmet à l'auditeur l'impression que la source vient maintenant d'une lointaine position décalée en angle.

Dans la figure 3.8, sont représentés deux cas de sources ponctuelles (en vert) reproduites par un système de reproduction en 5.1 . Le cas d'une source placée à peu près entre les haut-parleurs avant-gauche et central est représenté Fig. 3.8-(a) et le cas d'une source placée à

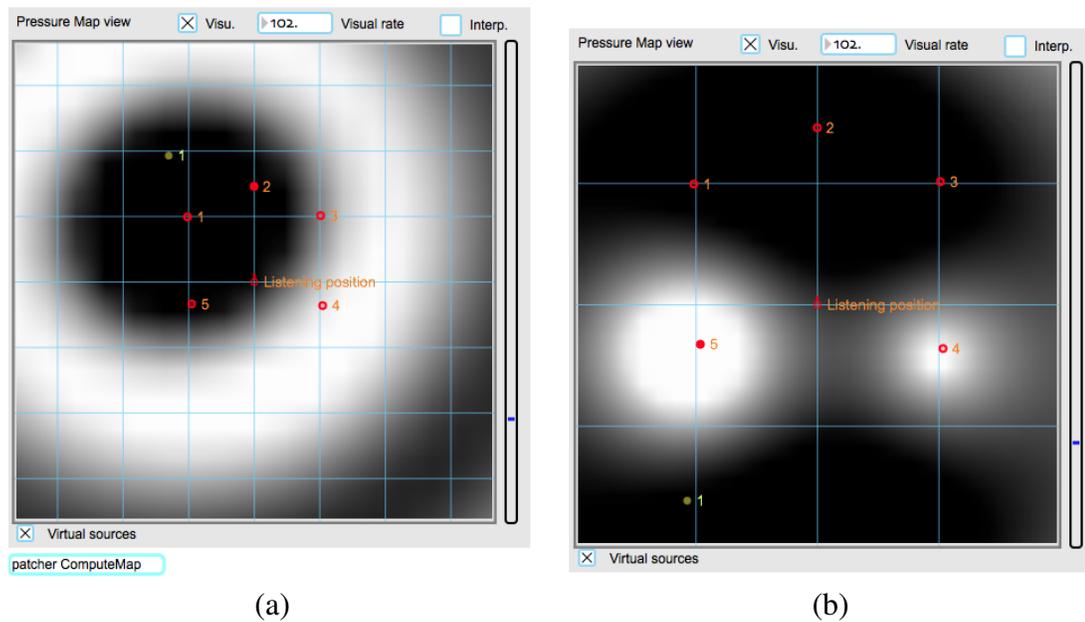


FIGURE 3.8: Reproduction avec une configuration 5.1 pour une source virtuelle se situant à (a) 25 degrés du plan médian et (b) pour une source se situant à 100 degrés.

l'arrière est représenté Fig. 3.8-(b). La projection des sources virtuelles sur les haut-parleurs est faite ici par la méthode VBAP. Par construction, il n'y a pas de décalage temporel entre les sources. Celles-ci émettent donc dans notre cas, en phase. Seules leurs amplitudes varient. L'on constate dans le premier cas que le poids est plus grand sur le haut-parleur dont la source est le plus proche. Les contributions produisent un front d'onde plus large de sorte que l'impression de distance devrait être bien restituée. Dans le second cas, on constate que la séparation entre les haut-parleurs est suffisante pour que se crée un front d'onde à deux lobes. Ces deux lobes sont de l'ordre de grandeur d'une tête placée au point d'écoute. L'on visualise bien l'impression auditive qu'un pareil cas produit, la séparation en deux sources provenant des haut-parleurs dans le cas d'une source fixe : la présence d'un « trou » dans le cas d'une trajectoire.

Enfin, le dernier exemple montré à la figure 3.9 reporte le cas d'un réseau de haut-parleurs

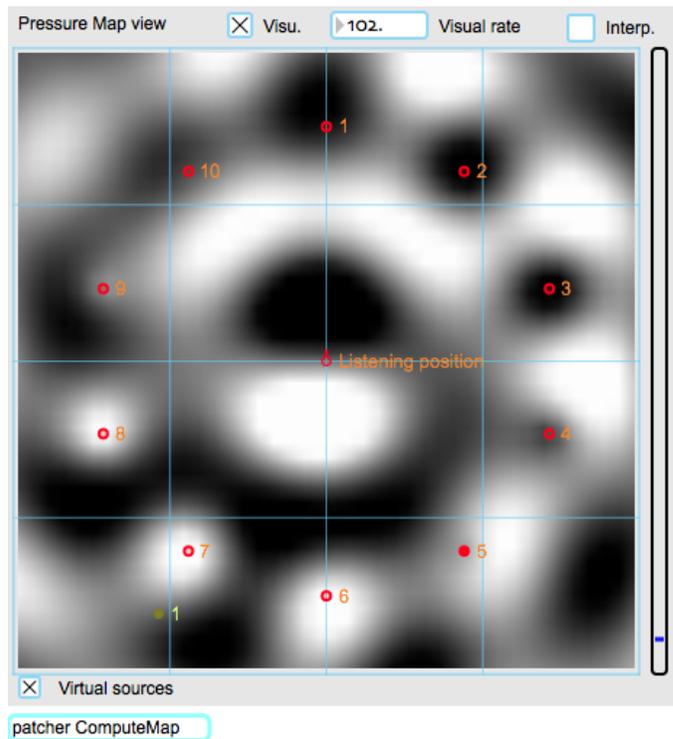


FIGURE 3.9: Reproduction avec une antenne circulaire de haut-parleurs soumis à une ligne de délais.

circulaire sur lequel on a appliqué la même chaîne de retards réguliers que dans le cas de l'antenne linéaire. L'auditeur au centre du système perçoit un champ stationnaire qui tourne régulièrement autour de lui (et non pas une source qui tourne autour de lui). L'on comprend grâce aux motifs rendus par la simulation, et surtout grâce à leurs mouvements, que cette impression n'est valable que dans une petite région autour du centre du réseau. En effet, en dehors de celle-ci, la variation des motifs n'est plus circulaire, elle est altérée par l'amplitude plus forte des haut-parleurs à proximité. La visualisation du champ de pression illustre donc bien dans ce cas le phénomène auditif produit et ses particularités spatiales.

Conclusion

4

« Triplight » par Camille Norment , 4 février 2008. Crédit : David Olivera for Camille Norment Studio.



1 Compositions et interaction scientifique au cours de ma maîtrise

L'analyse, partielle et partiale, menée au fil de mon cursus de maîtrise à l'Université de Montréal, nourrie de mes échanges, de mes lectures et de mes expériences musicales et présentée dans la première partie de ce document m'a conduit à adopter un processus compositionnel à chaque fois renouvelé pour chaque œuvre travaillée tout en conservant cependant une démarche globale. Cette démarche consistait à puiser dans des matières et des sujets non musicaux des agencements d'idées qu'il m'apparaissait original (du moins relativement à mon expérience) d'importer dans ma démarche créatrice. Qu'il s'agissent d'idées formellement structurantes comme la transcription de structures culturelles familiales, d'idées sur la méthode sous-jacente aux processus de contrôle et de choix esthétiques comme j'ai tenté de le questionner grâce à l'insertion de parties partiellement improvisées ou l'utilisation de chaînes de traitements de signal non-linéaires, je m'attachais à ce que ces idées soient simples et en nombre réduit afin d'en explorer les mécanismes spécifiques exploitables et pour qu'elles puissent dresser un cadre aux contraintes à la fois simples et stimulantes à différents niveaux : matières sonores sélectionnées, transformations appliquées, formes de l'écriture, règles de l'écriture, interprétation, diffusion spatiale, technologie choisie, interfaçage homme-machine ou guides pour le travail collaboratif.

Mon travail de composition présente une évolution progressive du support fixe vers la composition mixte. Cette transition progressive était nécessairement poussée par la remise en cause récurrente du support fixe face aux processus de création ouverts et inspirés d'aspects extra-musicaux. Cette transition était également insufflée par un goût personnel pour la performance scénique, qui participe à l'appréciation riche, variée et synchronisée d'une proposition artistique vivante et donc singulière.

Finalement, j'aurai composé au cours de ma maîtrise 2 pièces électroacoustiques et 6 pièces mixtes totalisant 41 minutes de musique composées en mon nom et 65 minutes en collaboration.

2 Processus compositionnel : Perspectives futures

Mes intentions d'explorations futures s'inscrivent dans la continuité de ces recherches artistiques trans-disciplinaires en proposant le développement d'une pièce utilisant des systèmes mécaniques simples fait de membranes, de ressorts ou de plaques minces présentant un comportement dynamique non-linéaire et sujets à des bifurcations, au chaos, à des cycles limites stables et à la convergence vers des points fixes. Ce projet musical vise l'utilisation de matière sonore contrôlable dans leur comportement mais non totalement prévisible, comme support de composition mixte. Ils constituent dans ma recherche-crédation une richesse à exploiter dans une écriture musicale adaptée mettant en valeur une part d'improvisation sonore comme élément de dialogue avec l'interprète de la pièce. Concrètement, il s'agira d'exploiter les vibrations de ces systèmes mécaniques comme sources sonores ou éléments de filtrage d'un instrument acoustique et d'utiliser des chaînes de traitement audio générative et/ou couplées pour obtenir des attracteurs étranges présentant des bouffées chaotiques afin d'utiliser leur évolution comme matière formelle ou comme possibilité de transformation du signal de l'instrument.

À plusieurs reprises¹, la pratique théorique et expérimentale de la mécanique vibratoire et de l'acoustique m'a permis de m'approprier puis d'extrapoler des phénomènes physiques hors du champ de paramètres circonscrits aux lois naturelles. Ces accidents volontaires ou non ont donc parfois porté ces phénomènes audibles vers des champs excessifs, non-prévisibles. C'est à dire à la portée de la créativité musicale. Pour conclure, ma contribution personnelle au spectre étendu des processus de composition se situe dans une démarche inverse mais non contradictoire à celle qui consiste à convoquer des découvertes scientifiques comme inspiration esthétique. Elle militerait plutôt pour une pratique scientifique comme

1. J'avais notamment initié ces idées en 2008-2009 lors de mes collaborations avec les compositeurs électroacoustiques Savannah Ager et Jean-François Laporte dans le cadre de leurs projets respectifs sur l'utilisation de plaques vibrantes

source de questionnement, de conceptualisation et d'architecture de processus créatifs.

Références

- [1] Roger Alsop. Exploring the self through algorithmic composition. *Leonardo Music Journal*, 9 :89–94, 1999.
- [2] John Backus. Pseudo-science in music. *journal of Music Theory*, 4(2) :232, 1960.
- [3] Pierre Bergé, Yves Pomeau, and Christian Vidal. *L'ordre dans le chaos. Vers une approche déterministe de la turbulence*. Hermann, 1997.
- [4] John A. Biles. Genjam : A genetic algorithm for generating jazz solos. In *Proceedings of the 1994 International Computer Music Conference, ICMA*, San Francisco, 1994.
- [5] Dominique Bosseur and Jean-Yves Bosseur. *Révolutions Musicales*. Minerve, 1999.
- [6] Pierre Boulez. *Jalons (pour une décennie). Dix ans d'enseignement au Collège de France*, chapter Le système et l'idée, page 377. 1989.
- [7] Pierre Bourdieu. *Questions de sociologie*. Les Éditions de Minuit, 1980.

-
- [8] Guillaume Boutard. Préservation des musiques mixtes : la place méthodologique du document sonore et des traces de l'activité. In *Bibliothèque Nationale de France, Séminaire « Le document sonore »*, Mai 2014.
- [9] Cédric Camier. *Modélisation et étude numérique des vibrations non-linéaires de plaques circulaires minces imparfaites : Application aux cymbales*. PhD thesis, École Doctorale de l'École Polytechnique, France, 2009.
- [10] Cédric Camier, Julien Boissinot, and Catherine Guastavino. On the robustness of the upper limit for circular auditory motion perception. *Journal of Multimodal User Interfaces*, 10 :295–298, 2016.
- [11] Michel Chion. *La musique électroacoustique*. Presses Universitaires de France, 1982.
- [12] Michel Chion and Guy Reibel. *Les musiques électroacoustiques*. Institut national de l'audiovisuel, 1976.
- [13] Danielle Cohen-Levinas. *La création après la musique contemporaine*. L'Harmattan, 1999.
- [14] Jérôme Ducros. L'atonalisme, et après ? In *Collège de France, Conférence de la chaire artistique de Karol Beffa*, décembre 2012.
- [15] Henry Dufourt. *Musique, Pouvoir, Écriture*. 1991.
- [16] Camille Durutte. *Technie Harmonique*. 1855.
- [17] Larent Fichet. *Les théories scientifiques de la musique*. Librairie philosophique J. Vrin, 1996.
- [18] Alain Finkelkraut. Où va la musique contemporaine. In *Réplique, Émission Radiophonique, France Culture*, Novembre 2013.

-
- [19] Norbert Gaillard. Désintoxiquons-nous enfin des agences de notation ! In *Le monde*, Janvier 2012.
- [20] Paul Hindermith. *A composer's world, horizons and limitations*. Cambridge : Harvard University press, 1952.
- [21] Rob Hordijk. Blipoo box : a chaotic electronic instrument, bent by design. *Leonardo Music Journal*, 19, 2011.
- [22] Jean-Michel Jarre. *Pierre Schaeffer. Portraits polychromes n° 13*, chapter Schaeffer, ce n'est pas Lénine, c'est Tintin..., page 133. GRM Institut National de l'Audiovisuel, 2008.
- [23] Peerapol Khunarsal, Chidchanok Lursinsap, and Thanapant Raicharoen. Very short time environmentals sound classification base on spectrogram pattern matching. *Information sciences*, 243 :57–74, 2014.
- [24] Damien Lagauzière. *Sociologie et théorie du chaos*. L'harmattan, 2007.
- [25] Claude Lévi-Strauss. *L'efficacité symbolique*. Plon, Paris, 1958.
- [26] Paul Manneville. Dynamique non linéaire appliquée au chaos et à son contrôle. In *Cours de l'École Polytechnique*, 2008.
- [27] Philippe Manoury. Mais de quoi donc ce “néo” veut-il nous parler ? In *Article de blog*, Avril 2013.
- [28] Pierre-Michel Menger. *Le travail créateur*. Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, des Éditions Gallimard et des Éditions du Seuil, 2009.
- [29] Robert K. Merton. *Éléments de théorie et de méthode sociologique*. Plon, 1965.

-
- [30] Alexandre-Jean Morel. *Principe, acoustique nouveau et universel de la théorie musicale*. 1816.
- [31] Jean-Jacques Nattiez. *Musicologie générale et sémiologie*. Christian Bourgois, Paris, 1987.
- [32] François Nicolas. De l'intellectualité musicale de boulez : ses références à la pensée scientifique. *Association Entretemps*, 2005.
- [33] Thierry Opillard. Partition musicale et lecture. *Les actes de lecture*, 104 :64–72, Décembre 2008.
- [34] Niels Peter. *Sweet [re]production : Developing sound spatialization tools for musical applications with emphasis on sweet spot and off-center perception*. PhD thesis, McGill University, 2010.
- [35] Laurent Pottier. *Le calcul de la musique. Composition, Modèles et outils*. Université de Saint Étienne, 2009.
- [36] Ville Pulkki. Virtual sound source positioning using vector base amplitude panning. *Audio Engineering Society*, 45(6) :456–466, 1997.
- [37] Cyril Regamey. *La résonance dans les échelles musicales*, chapter Les théories de l'harmonie moderne, page 260. C.N.R.S., 1963.
- [38] Arthur Rimbaud. *Le Bateau Ivre*. 1971.
- [39] Arthur Rimbaud. *Œuvres complètes*. Number 68. La pléiade, mai 1972.
- [40] Jean-Jacques Rousseau. *Discours sur les origines et les fondements de l'inégalité parmi les hommes*. 1755.

-
- [41] Bernard Sève. *L'altération musicale*. Édition du seuil, 2002.
- [42] Joseph Schillinger. *The Schillinger system of musical Composition*, volume 2. Carl Fisher inc., New York, 1941.
- [43] Étienne Souriau. *Vocabulaire d'esthétique*, chapter Catégorie, pages 340–341. Quadrige/Puf, 1990.
- [44] Baruch Spinoza. *L'éthique*, chapter IV. De la servitude de l'homme ou de la force des affects, page 354. Paris : Charpentier, 1842.
- [45] Karlheinz Stockhausen. Hier wird auch meine integrale reihentechnik durch die einbeziehung gerelter positionen der schallquellen im raum erstmalig ihre universelle verwirklichung ästhetisch auszuweisen haben. *Texte du programme pour la première mondiale à la radio de Cologne le 30 mai 1956, cité dans le livret du CD : Stockhausen complete edition 3, Stockhausen Verlag, Kürten., 1996.*
- [46] Emmanuel Todd. *Après la démocratie*. Gallimard, 2008.
- [47] Emmanuel Todd. *L'origine des systèmes familiaux. Tome 1*. Gallimard, 2012.
- [48] Cyril Touzé. *Analyse et modélisation de signaux acoustiques et vibratoires chaotiques. Application aux instruments de percussion non-linéaires*. PhD thesis, Université Paris 6, 2000.
- [49] Hans Tutschku. Application des paramètres compositionnels au traitement du sonore. Master's thesis, Université Paris-Sorbonne (Paris IV), 1999.
- [50] Mathilde Vallespir. Langage et musique : approches sémiotiques. In *Fabula, Les colloques : Littérature et musique*, décembre 2013.

- [51] Edgard Varèse and Chou Wen-chung. The liberation of sound. *Perspectives of New Music*, 5(1) :11–19, 1966.
- [52] Rodney Waschka. Composing with genetic algorithms. In Eduardo Reck Miranda MSc and John Al Biles BA MS, editors, *Evolutionary Computer Music*, pages 117–136. Springer London, 2007.
- [53] Qijun Zhang and Eduardo R. Miranda. Experiments in generative musical performance with a genetic algorithm. In Eduardo Reck Miranda MSc and John Al Biles BA MS, editors, *Evolutionary Computer Music*, pages 100–116. Springer London, 2007.

Remerciements

J'adresse tout d'abord de sincères remerciements à Jean Piché qui m'a donné les moyens et la liberté de poursuivre mes explorations.

Je remercie également mes rapporteurs Nicolas Bernier et Robert Normandeau pour leur intérêt et leurs critiques constructives des versions antérieures de ce document.

Je salue mes valeureux compagnons d'analyse et de création : Philippe-Aubert Gauthier, Jullian Hoff, David Arango-Valencia, Régis Trapeau, Sylvain Pohu, Mathias Legrand.

Ainsi que les bienheureux copains qui ont contribué par leur présence, leur soutien ou leurs réflexions à ces cheminements : Guillaume Barrette, Martin Bédard, Philippe Béland, Gustavo Bertiolo, Guillaume Boutard, Julie Delisle, Olivier Doutres, Thomas Dupont, François-Xavier Féron, George Forget, Brice Gatinet, Anthony Gérard, Florian Grond, Maryse Lavoie, Charles-André Lauzon, Diego Llugdar, Daria Marchenko, Martin Marier, Catherine Massie-Laberge, Yves Métot, Maxime McKinley, James O'Callaghan, Émilie Payeur, Lucas Paris, Thomas Padois, Ofer Pelz, Peter Plessas, Nicolas Quaegebeur, Patrick Saint-Denis, Tanya Saint-Pierre, Marlon Schumacher, Bettina Szabo, Pauline Tranchant et Francesco Tordini.

J'ai une pensée pour mes professeurs amicaux : Pierre Michaud, Philippe Leroux, Denis Gougeon, Olivier Bélanger ainsi que pour toute l'équipe du CIRMMT, auprès de qui j'ai beaucoup appris.

Je remercie chaleureusement Catherine Guastavino et Julien Boissinot pour m'avoir appuyé dans ces travaux et pour avoir alimenté nos perspectives multidisciplinaires.

Je remercie mes parents pour leur confiance, leur curiosité et leur soutien.

Et enfin Analía Llugdar pour avoir partagé son inspirante volonté de puissance musicale, et m'avoir apporté son aide et toute sa confiance dans mes idées artistiques et plus largement dans les aventures qui nous ont emmenés.

Annexes

L' Ivresse et le Progrès. Notes



Note de programme

Une enfance carolo-macérienne, ça vous plonge dans Rimbaud, un « homme aux semelles de vent » qui marche tout entier vers le nouveau, le progrès technique, vers la réfutation perpétuelle des habitudes, des règles, à travers le mépris des vrais conformistes et des faux contestataires de son époque, à travers le mépris même de ses propres écrits, trop vieux, qu'il veut brûler. Pour s'y aider, il s'enivre de coupes, de fumées, de voyages ou de fuites. Dans cette pièce, les idées de technique (aux sens scientifique et performatif) et d'altération (perceptive) sont au cœur de la musique. Cas-limites et lignes de fuite servent à les structurer. Reste le ton, donné à travers cette question ouverte : Rimbaud participerait-il à la course ivre d'un progrès aujourd'hui sanctifié ?

Valorisation

Cette pièce a été sélectionnée au concours Destellos et a reçu le prix CEC JTTP 2013.



Autres collaborations

1 Sentir de Cacerolas

Composition	: Analía Llugdar
Date	: 2002
Instrumentation	: Soprano, Flûte, Percussions, Électronique
Durée	: 6 "
Création	: octobre 2012, Koerner Hall, Toronto
Lien	: -

La partie électronique composée a été faite avec Ableton Live. Elle utilisait notamment un répertoire de son de casseroles, enregistrés en champs proche. La partie finale a nécessité une commande générative des samplers d'Ableton Live programmés avec Max4Live. Ce programme permettait la création de couches de déclenchement aléatoire paramétré avec une valeur de densité d'apparition.

2 Kaüzac

Composition	: Cédric Camier & Julian Hopf & David Arango-Valencia
Date	: 2013
Instrumentation	: Piano augmenté, Guitare augmentée, Batterie augmentée
Durée	: 9 ”
Création	: 2013, Ebuzz, salle Claude Champagne, Faculté de Musique de l’Université de Montréal
Lien	: -

NOTE : La pièce produite est une *comprovisation* : la structure et la matière sonore a été composée à trois. Les zones et groupes d’improvisation ont été globalement prévue mais le contenu de leur intervention est décidé au moment de la représentation (à l’exemple des *Game Cards COBRA* de John Zorn).

La messe est dite. vive la messe. Code
Python (extrait)



1 Resampling en temps réel par délais étagés

La librairie codée en python et utilisée pour la diffusion de la pice *La messe est dite*. *Vive la messe* regroupe 10 routines comportant chacune plusieurs classes. L'extrait de librairie présenté ici est une routine définissant deux classes. Elle code plusieurs couches de cellules rythmiques composées de fenêtres temporelles appliquées sur un signal d'entrée. Les fenêtres sont sélectionnées par seuil de détection et reorganisées par un jeu de délai pour former un motif rythmique choisis aléatoirement. L'effet est similaire au rendu du programme LIVECUT de Nick Collins.

Cette librairie utilise notamment la librairie PYO développée par Olivier Bélanger l'Université de Montréal.

```
1 import random
2 from Librairie_input import Cinput
3
4 class Cellule:
5     '''
6     classe audio g{\`e}n{\`e}rant une sequence rythmique partir d'un son en entr
7     {\`e}e.
8
9     # Les methodes implement{\`e}es sont :
10
11    # - Les m{\`e}thodes de gestion des streams audio
12    + out() , stop() et play(). : Sortie audio, arr{\`e}t du calcul audio,
13    reprise du calcul audio. noter que la m{\`e}thode .out() est s{\`e}par{\`e}
14    e ici de la m{\`e}thode play().
15    # Les Triggers sont lanc{\`e}s la cr{\`e}ation de l'objet et la sortie
16    audio se fait inf{\`e}pendemment
17    + getOut() : donne acc s au stream audio de l'instance cr{\`e}{\`e}e
18
19    # - Les m{\`e}thodes d'affectation du rythme
20    + chgt_tempo(self ,tempo=60) : Modifie le tempo g{\`e}n{\`e}ral
21    + chgt_rythme() : Applique la m{\`e}thode new() au trigger Beat et change
22    la vitesse de lecture gr ce un random entre 100% et 105% en appliquand la m
23    {\`e}thode chgt_lecture(vitesse_lecture=100)
24    + chgt_lecture(vitesse_lecture=100) : change la vitesse de lecture de la
25    table (en pourcentage)
26
27    # - Les m{\`e}thodes de contr le des niveaux et des filtres
28    + volume(self ,mul=0.7) : D{\`e}finit le volume g{\`e}n{\`e}ral des objets
29    pyo dans l'instance
30    + chgt_filtrel(self ,bitdepth=10, srscale=0.50) : Permet de changer les
31    param tres du filtre 1 (ici , un Degrade)
32    + chgt_filtre2(self ,freq=500,q=30,type=1): Permet de changer les
33    param tres du filtre 2 (ici , un Biquadx)
34    + show_ctrl(self) : Permet d'afficher les petites interfaces de contr le
35    des param tres des filtres (Elles sont identifi{\`e}es par le nom du fichier
36    audio en entr{\`e}e)
37    + wet(self ,mix=0.5) : D{\`e}finit la quantit{\`e} d'effet par rapport au
38    son sec (0 = sec , 1 = que des effets)
39    '''
40
41    def __init__(self ,input="",tempo=60,mul=0.5,mix=0.5,chgt_mesure=8, subdiv=4,
42    long_grain=0.2,type='gc',thresh=-80):
43        # Initialisation avec notamment le nb de mesures entre chaque variation de
44        rythme et la subdivision dans les triggers
45        self.nom, self.mul, self.mix, self.tempo, self.chgt_mesure, self.subdiv,
46        self.long_grain, self.type=input, mul, mix, tempo, chgt_mesure, subdiv,
47        long_grain, type
```

```

31     if input=="":
32         self.son_dur=long_grain
33     else:
34         self.son_dur=sndinfo(input)[1]
35     # calcul du nombre de stream minimum pour {\`e}viter les clics dus aux
36     triggers
37     self.nb_voix_min=int(self.son_dur/(60./(tempo*subdiv)))+1
38     print('Nombre de voix minimale pour les triggers de %s : %i' %(input, self.
39     nb_voix_min))
40
41     # Trigger de changement de mesure et 2 triggers de variations rythmiques
42     self.mesure=Pattern(self.chgt_rythme, time=60./self.tempo*self.chgt_mesure)
43     self.seq=Beat(time=60./(self.subdiv*self.tempo), taps=chgt_mesure, w1=50,
44     w2=40, w3=20, poly=self.nb_voix_min)
45     self.seq2= Seq(time=60./(self.subdiv*self.tempo), seq=[6,6,6], poly=self.
46     nb_voix_min)
47     self.seq_tout=self.seq+self.seq2
48
49     # Enregistrement, lecture dans une table avec enveloppe ADSR et r{\`e}
50     duction du nombre de stream audio
51     if input=="":
52         self.inmic = Cinput(threshold=thresh)
53         self.snd = NewTable(length=self.long_grain, chnls=1)
54         self.record = TableRec(self.inmic.out(), table=self.snd, fadetime=.001)
55     else:
56         self.snd=SndTable(input)
57         self.adsr=LinTable([(0,0),(100,1),(500,0.5),(5000,0.5),(8191,0)], size=8192)
58         self.env=TrigEnv(self.seq_tout, table=self.adsr, dur=self.long_grain, mul=1)
59         self.trig=TrigEnv(self.seq_tout, table=self.snd, dur=self.son_dur, mul=self.
60         env)
61         self.trigmix=self.trig.mix(1).mix(2)
62         self.trigmix.mul=self.mul*(1-self.mix)
63
64     # Filtres
65     self.filtre1=Degrade(self.trig.mix(1).mix(2), bitdepth=16, srscale=1.00,
66     mul=self.mul*self.mix)
67
68     self.filtre2=Biquadx(self.trig.mix(1).mix(2), freq=1000, q=1, type=0,
69     stages=4, mul=self.mul*self.mix)
70     self.presets_cc
71     =[[2,4,4,4,2],[2,4,3,3,3,1],[2,8,4,2],[2,8,2,4],[2,8,3,3],[2,3,8,3],[2,3,3,8]]
72     self.presets_gc
73     =[[4,4,4,4],[4,8,4],[4,4,8],[4,3,3,3,3],[2,2,8,4],[2,2,3,3,4,2],[4,8,2,2]]
74     self.appli_preset(type)
75     self.play()
76
77     def out(self):
78         self.trigmix.out()
79         self.filtre1.out()
80         self.filtre2.out()
81         return self
82
83     def stop(self):
84         self.seq.stop()
85         self.seq2.stop()
86         self.mesure.stop()
87         self.filtre1.stop()
88         self.filtre2.stop()
89         self.trigmix.stop()
90         return self

```

```

81 def play(self):
82     self.seq.play()
83     self.seq2.play()
84     self.mesure.play()
85     return self

87 def chgt_tempo(self ,tempo=60):
88     self.tempo=tempo
89     self.mesure.setTime(60./tempo*self.chgt_mesure)
90     self.seq.setTime(60./(tempo*self.subdiv))

91 def chgt_rythme(self):
92     self.seq.fill()
93     self.seq.new()
94     self.appli_preset(self.type)
95     #self.chgt_lecture(random.choice([100,105]))
96

97 def wet(self ,mix=0.5):
98     self.mix=mix
99     self.filtre1.mul=self.mul*self.mix
100    self.filtre2.mul=self.mul*self.mix
101    self.trigmix.mul=self.mul*(1-self.mix)
102

103 def volume(self ,mul=0.7):
104     self.mul=mul
105     self.wet(self.mix)
106

107 def getOut(self):
108     # Le nombre de streams est fix{\`e} 2 pour la sortie
109     return self.trig.mix(2) + self.filtre1.mix(2) + self.filtre2.mix(2)
110

111 def show_ctrl(self):
112     self.filtre1.ctrl(title=self.nom + ' -Degrade')
113     self.filtre2.ctrl(title=self.nom + ' -Biquadx')
114

115 def chgt_lecture(self ,vitesse_lecture=100):
116     # Selon la d{\`e}finition du nombre de voix minimum calcul{\`e}e en m{\`e}
117     thode constructeur de donn{\`e}e en poly
118     # dans les triggers la vitesse de lecture ne peut {\`e}tre ici inf{\`e}
119     rieure 100 %
120     self.trig.dur=self.son_dur*100./vitesse_lecture

121 def chgt_filtre1(self ,bitdepth=10, srscale=0.50):
122     self.filtre1.bitdepth=bitdepth
123     self.filtre1.srscale=srscale

124 def chgt_filtre2(self ,freq=500,q=30,type=0):
125     self.filtre2.freq=freq
126     self.filtre2.q=q
127     self.filtre2.type=type

128 def chgt_grain(self , long_grain):
129     self.long_grain=long_grain
130     self.env.dur=self.long_grain

131 def appli_preset(self ,type_rythme='gc'):
132     if type_rythme=='cc':
133         presets=random.choice(self.presets_cc)
134     if type_rythme=='gc':

```

```

139         presets=random.choice(self.preset_gc)
140         self.seq2.seq=preset
141         #self.seq.recall(0)
142
143     def rec(self, dur=0, delay=0):
144         self.record.play(dur=dur, delay=delay)
145
146     def chgt_threshold(self, thresh):
147         self.inmic.chgt_threshold(thresh)
148
149 class Nuage:
150     """
151     classe audio g{\'}n{\'}rant une sequence rythmique partir d'un son en entr
152     {\'}e.
153
154     # Les methodes implement{\'}es sont :
155     #
156     # - Les m{\'}ethodes de gestion des streams audio
157     #   + out() , stop() et play(). : Sortie audio, arr{\'}t du calcul audio,
158     #   reprise du calcul audio. noter que la m{\'}ethode .out() est s{\'}par{\'}
159     #   e ici de la m{\'}ethode play().
160     #   Les Triggers sont lanc{\'}s la cr{\'}ation de l'objet et la sortie
161     #   audio se fait inf{\'}pendamment
162     #   + getOut() : donne acc s au stream audio de l'instance cr{\'}{\'}e
163     #
164     # - Les m{\'}ethodes d'affectation du rythme
165     #   + chgt_lecture(vitesse_lecture=100) : change la vitesse de lecture de la
166     #   table (en pourcentage)
167     #
168     # - Les m{\'}ethodes de contr le des niveaux et des filtres
169     #   + volume(self, mul=0.7) : D{\'}finit le volume g{\'}n{\'}ral des objets
170     #   pyo dans l'instance
171     #   + chgt_filtrel(self, bitdepth=10, srsc=0.50) : Permet de changer les
172     #   param tres du filtre 1 (ici, un Degrade)
173     #   + chgt_filtre2(self, freq=500, q=30, type=1): Permet de changer les
174     #   param tres du filtre 2 (ici, un Biquad)
175     #   + show_ctrl(self) : Permet d'afficher les petites interfaces de contr le
176     #   des param tres des filtres (Elles sont identifi{\'}es par le nom du fichier
177     #   audio en entr{\'}e)
178     #   + wet(self, mix=0.5) : D{\'}finit la quantit{\'} d'effet par rapport au
179     #   son sec (0 = sec , 1 = que des effets)
180     """
181
182     def __init__(self, input=None, voix_enregistrement=0, tempo=60, mul=0.5, wet=0.5,
183                 long_grain=0.2, density=10, thresh=-80):
184         # Initialisation avec notamment le nb de mesures entre chaque variation de
185         # rythme et la subdivision dans les triggers
186         self.mul, self.wet, self.long_grain, self.type, self.density, self.
187         voix_enregistrement= mul, wet, long_grain, type, density, voix_enregistrement
188         if isinstance(input, str)==False:
189             self.son_dur=long_grain
190             self.nom=""
191         else:
192             self.son_dur=sndinfo(input)[1]
193             self.nom=input
194         # calcul du nombre de stream minimum pour {\'}viter les clics dus aux
195         # triggers
196         self.nb_voix_min=int(self.son_dur/0.1)+1
197         print('Nombre de voix minimale pour les triggers de %s : %i' %(self.nom,
198         self.nb_voix_min))

```

.

La messe est dite. vive la messe. Notes
et partition



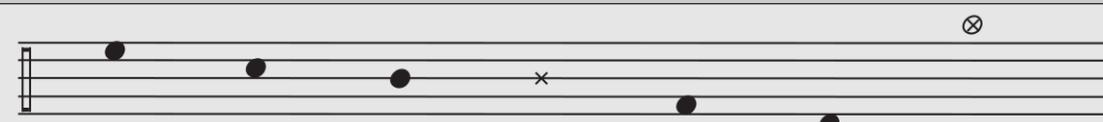
NOMENCLATURE POUR BATTERIE	
	
	Main gauche
	Main droite
	Jeu avec baguettes de caisse claire.
	Jeu avec mailloches à bouts feutrés.
	Jeu avec balais.

TABLE 1 – Modes de jeu de batterie.

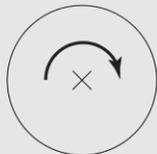
MODES DE JEU DE LA CYMBALE	
	Frottement d'un archet fait d'une corde grave de guitare sur le bord de la cymbale.
	Frottement d'une baguette en bois sur la cymbale, proche du centre, de manière à obtenir un son aigu et continu.
	Frottement d'une baguette en bois sur la cymbale, au milieu du rayon, de manière à exciter plusieurs modes de résonance.
	Frottement d'une baguette en bois sur la cymbale, proche du bord, de manière à obtenir un crissement métallique et étendu dans le spectre.

TABLE 2 – Modes de jeu de batterie (suite).

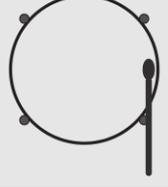
MODES DE JEU DE LA CAISSE CLAIRE, MAIN DROITE	
	Indication pour le roulement à la main droite : l'olive de la baguette doit frapper au centre de la peau.
	Indication pour le roulement à la main droite : l'olive de la baguette doit frapper au milieu du rayon de la peau.
	Indication pour le roulement à la main droite : l'olive de la baguette doit frapper très proche du cercle de la caisse claire.

TABLE 3 – Modes de jeu de batterie (suite).

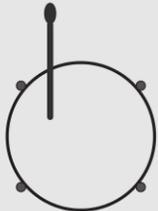
MODES DE JEU DE LA CAISSE CLAIRE, MAIN GAUCHE	
	Appliquer le bout de la baguette sur la peau dans la zone indiquée, à la main gauche, pendant le roulement effectué à la main droite. Le but est de trouver un nœud de vibration faisant apparaître une résonance particulière de la peau
	Appliquer la main sur la peau, de sorte à étouffer complètement les résonances.
	Appliquer la main sur la peau, de sorte à étouffer partiellement les résonances.
	Appuyer le bout de la baguette contre la peau dans la zone indiquée et lui appliquer un mouvement de torsion. afin de produire un craquement

TABLE 4 – Modes de jeu de batterie (suite).

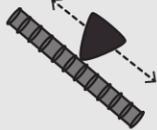
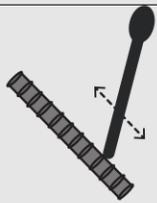
NOMENCLATURE POUR LE JEU ENTIÈREMENT À L'INTÉRIEUR DU PIANO	
	Frotter avec les ongles les cordes graves du piano, dans un mouvement circulaire.
	même chose que précédemment, dans un mouvement circulaire de plus en plus ample.
	Gratter la corde grave du piano, dans le sens de la longueur, à l'aide d'un plectre (médiateur) de guitare.
	Gratter la corde avec le plectre dans un mouvement lent, uniforme et régulier à l'aide d'un plectre (médiateur) de guitare.
	Gratter la corde dans un mouvement rapide, en laissant la corde vibrer librement à la fin.
	Frotter une corde grave de piano avec une baguette de bois, devant les étouffoirs ou juste derrière.

TABLE 5 – Modes de jeu pour le jeu à l'intérieur du piano.

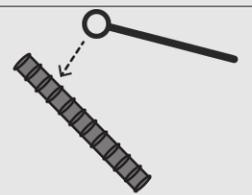
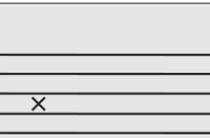
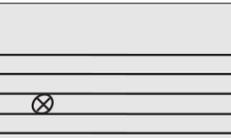
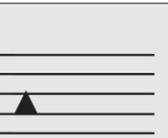
NOMENCLATURE POUR LE JEU À LA FOIS L'INTÉRIEUR DU PIANO ET SUR LE CLAVIER				
	Appuyer légèrement une allumette contre les cordes d'une note indiquée. L'emplacement, non fixé et éventuellement variable, doit correspondre à une harmonique.			
	Frapper la corde avec une mailloche à bout feutré.			
				
Note jouée sur le clavier et étouffée avec la main sur la corde	Note jouée sur le clavier et légèrement étouffée avec l'allumette	Frapper la corde avec le doigt, juste devant les étouffoirs	Frapper la corde avec la mailloche	Pincer la corde avec le plectre
				
<i>Ped.</i> 	<i>Ped.</i> 			
Pédale <i>forte</i>	Pédale <i>sostenuto</i>			

TABLE 6 – Modes de jeu pour le jeu du piano.

La messe est dite vive la messe

Cédric Camier

♩ = 40

Ooo

Piano

Batterie

Électronique

pp

avec mediateur

pp mp

roulement régulier à une main

pp

8vb (x) Acc.

Pno.

Batt.

E

8

8

8

5/4

5/4

5/4

Pno.

Batt.

E

ordinaire

ff

rythme et ordre ad libitum

10 11 12

Pno.

Batt.

E

fff

Mettre le timbre

3/4

13 14 15

20

Pno.

Batt.

E

15^{ma}

ppp

ff 8^{vb}

p

pp

20

20

20

3

23

Pno.

Batt.

E

ppp

pp

p

mf

p

23

23

23

4
26 *Senza tempo*

Pno.

Gratter les cordes en mouvement continu vers l'extrême aigu

avec les deux mains devant les étouffoirs
5^e approx.

Batt.

26 3^e approx.

26 3^e approx.

p *f* *p*

E

27 *Senza tempo*

Pno.

8^{va}

mf *f*

8^{va}

8^{va}

pp *mf* *ff*

Batt.

27

E

29 *m.g.*
pp *p* *mf* *p*

m.d.
pp *mf*

Batt. *p* *f* *p* *crescendo / decrescendo vite et irrégulier* *mf*

E

À tempo
♩ = 100

30 *m.g.*
p *mf* *p* *f*

m.d. *Staccato très sec*
p *f* *p* *mf* *p* *ff*

Batt. *f*

E

6
31 *À tempo*

Pno.

Batt.

E

This system contains measures 31 and 32. The piano part features a complex rhythmic pattern in the left hand and a melodic line in the right hand, marked *ff* and *p*. The drum part includes a snare drum pattern with 'x' marks for cymbals. The electric guitar part consists of a single note held in the low register.

33 *8va*
m.g.

Pno.

Batt.

E

This system contains measures 33 and 34. The piano part has a tremolo effect in the right hand and a melodic line in the left hand, marked *f* and *m.d.*. The drum part features a snare drum pattern with a *f* dynamic marking. The electric guitar part consists of a single note held in the low register.

37

m.d.

m.g. Enfoncer sans produire de son

mf

Pno.

37

Batt.

E

41

Laisser rebondir la baguette sur la corde

f

ff

41

Batt.

E

46

Pno.

Batt.

E.

46

46

46

ff *fff* *mf*

f *mf* *p* *pp*

3/4 5/4 3/4 5/4

51

Pno.

Batt.

E.

51

51

51

p *pp*

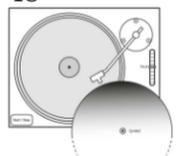
3/4 5/4 3/4 5/4

L'ivresse et le Progrès. Partition (extrait)



OUTRO

♩ = 48



Random on 2 beats

R. 1.

R. 2.

201

Tab.

Cym.

Bls.

Vb.

Pl.

Guero

SPD

Dr.

Mut. dr.

Crs.

Guero S. Pap.

208

Tab. **START** 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 **STOP** R.3. R.2. **START** 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Graze subtly and irregularly the surface

ff *p* *p*

Vb. *ppp* *p ppp* *p* *ppp* *pppp*

Pl.

Guero

SPD

Dr. Blow with high pressure on the sare skin to produce a high-frequency whistling
Remove the snare mechanism while blowing

Mut. dr. *mf*

Crs.

Guero
S. Pap.

Âpre teinte. Partition



Âpre teinte

Anaïra Llugdar-Cédric Camier

Score en sons écrits

Saxo **E.LSA** **Mouvement** **Texture du contrôle électronique**

Air [Laisser sortir graduellement les harmoniques]

mf [battement avec clé de sib] mf f

1

Transformation aigu avec battements
Lumière: amplitude du battement

Saxo **ELSA** **Texture**

Sons nuage

pp p mf p x2

2

Son bruité en bande fine
Lumière: hauteur et largeur de bande

Saxo

bisb.

+salive

Slap

+Salive

Slap

avec clé de C³ ou C⁵

C³ ou C⁵

E.L.S.A

Mouv.

Texture

3

Son granuleux
Lumière: hauteur et homogénéité des grains

Saxo

x2

(5)

tr. avec clé de C³ ou C⁵

x2

bisb.

E.L.S.A

Mouv.

Texture

4

Son âpre, rugueux
Lumière: rugosité

Saxo

slap

flatt.

tr avec clé de C³ ou C⁵

vib.

tr

f

p

mf

f

pp sub.

f sub.

pp sub.

mf sub.

f

pp sub.

E.L.SA

Mouv.

vite

Texture

5

Bouffées basse freq.
Lumière: amplitude

Saxo

flatt.

tr

flatt.

slap.

mf

p

mf

p

f

ff

mf

p

pp

E.L.SA

Ad lib. tom. Molto espressivo

Mouv. lent et ample

Texture

6

Très basses fréquences + sifflement
Lumière: modulation des basses