



HAL
open science

**La texture en musique : sa contribution pour la
composition, l'apprentissage de la musique et ses effets
sur la perception musicale et la cognition des enfants
sourds implantés**

Sandrine Ruch Perraudeau

► **To cite this version:**

Sandrine Ruch Perraudeau. La texture en musique : sa contribution pour la composition, l'apprentissage de la musique et ses effets sur la perception musicale et la cognition des enfants sourds implantés. Art et histoire de l'art. Université Bourgogne Franche-Comté, 2019. Français. NNT : 2019UBFCH020 . tel-02484776

HAL Id: tel-02484776

<https://theses.hal.science/tel-02484776>

Submitted on 19 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ
ÉCOLE DOCTORALE SEPT (Société, Espace, Pratiques, Temps)
LEAD UMR 5022

Doctorat de MUSICOLOGIE
Par **Sandrine PERRAUDEAU**

**LA TEXTURE EN MUSIQUE : SA CONTRIBUTION POUR LA
COMPOSITION, L'APPRENTISSAGE DE LA MUSIQUE ET SES EFFETS SUR LA
PERCEPTION ET LA COGNITION DES ENFANTS SOURDS IMPLANTÉS**

Thèse présentée et soutenue à Dijon, le 5 novembre 2019

Devant le jury composé de :

M. Philippe LALITTE, co-directeur de thèse,
Professeur des Universités, Lettres Sorbonne Université

M. Emmanuel BIGAND, co-directeur de thèse
Professeur des Universités, Université de Bourgogne,

Mme Barbara TILLMANN, rapporteuse,
Directrice de recherche CNRS, Université de Lyon

Mme Grazia GIACCO, rapporteuse,
Maître de conférences HDR, Université de Strasbourg

M. Pierre MICHEL, président,
Professeur des Universités, Université de Strasbourg

M. Christian LORENZI, examinateur,
Professeur des Universités, École Normale Supérieure de Paris

Invité : **M. Martial FRANZONI**, Directeur du CEOP

Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien d'un grand nombre de personnes que je tiens à remercier ici.

Tout d'abord, un grand merci à toute l'équipe du CEOP, aux parents et aux enfants sourds et tout spécialement à Martial Franzoni qui m'a permis de vivre cette belle aventure et qui m'a accordé sa confiance. Un merci tout particulier pour la team de choc des Céopiennes qui ne m'a pas lâché, malgré les moments de doutes : Anne-Sophie, Élise, Julie, Sophie, Delphine, Sandra, Anne-Laure et Marta.

Merci à toute l'équipe du LEAD, que je côtoie de près ou de loin depuis... quelques années maintenant ! Tout spécialement Marion, Laura, Helle, Laure-Hélène, Stéphane. J'exprime également ma gratitude à tous les enfants dijonnais et à leur famille pour leur participation.

J'aimerais aussi remercier les institutions qui ont contribué à ce travail, le CHU de Dijon et le Pr. Alexis Borzog Grayeli ainsi que la société Advanced Bionics : un immense merci pour le soutien de Florian Sadreux et de Jean-Baptiste Delande.

Merci aux membres du jury qui ont accepté de consacrer du temps à lire et à commenter ce travail, et en particulier Barbara Tillmann et Grazia Giacco pour avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse.

Toute ma gratitude va à mes deux directeurs. Philippe, je te remercie de m'avoir fait confiance, d'avoir accepté la direction de ma thèse et d'avoir su me guider depuis le début pour me mener jusqu'ici avec un engagement admirable. Merci, Emmanuel, pour ta grande expérience, ta bienveillance, tes remarques avisées et ta générosité qui m'ont permis de mener à bien ce beau projet. Mille mercis à tous les deux pour votre soutien scientifique et humain inconditionnel.

Un immense merci revient à mes amis chers pour leur constance, leur bienveillance et leur bonne humeur : Valentine, Anne-So, Émilie, Bruno, Christiane, Anne, Delphine et Élise. Un merci

spécial aussi à Alban pour ton soutien essentiel de ces deux derniers mois !

Pour terminer, je n'aurai jamais réussi tout cela sans le soutien indéfectible de ma famille. Je remercie chaleureusement mon mari, Benoit, qui par son amour et sa patience a supporté pendant plus de six ans, mes contraintes journalières et mes absences liées à ma recherche, tout en sachant m'encourager durant les moments difficiles. Un immense merci à mes filles adorées, Juliette et Louise pour leur soutien et leur encouragement magnifiques.

Sommaire

Remerciements	II
Sommaire.....	II
Introduction	1
Chapitre 1 : La texture d'un point de vue pluridisciplinaire	1
1. La texture en cosmologie	8
2. La texture et l'anatomie	9
3. La texture en géologie.....	10
3.1. Les roches magmatiques :	11
3.2. Les roches métamorphiques :.....	12
4. Texture et Cristallographie.....	14
5. Texture et sciences des aliments	15
6. La cosmétique et la texture	18
7. La texture et l'image	19
8. La Texture et la photographie	22
9. La texture et le texte.....	24
10. La texture et les textiles	27
11. La texture des peintres.	31
Chapitre 2 : Texture et musique du point de vue musicologique classique.....	40
1. La texture comme combinaison de lignes musicales : Dunsby, Benward and Saker, Berry, Lester.....	41
2. La texture du point de vue des compositeurs.....	46
2.1. Arnold Schoenberg (1874-1951).....	46
2.2. Claude Debussy (1862-1918).....	48

2.3.	Pierre Boulez (1925-2016)	50
2.4.	György Ligeti (1923-2006)	53
2.5.	Morton Feldman (1926-1987)	56
2.6.	Iannis Xenakis (1922-2001)	61
3.	La Texture comme matière	63

Chapitre 3 : Principes d'organisation auditive et perception de la texture. 70

1.	La théorie de la Gestalt	71
1.1.	Définition	71
1.2.	Historique	72
1.3.	Perception : une approche systémique	73
1.4.	Les principes de la <i>Gestalt</i> dans le domaine visuel	73
2.	Analyse de scènes auditives : Bregman et McAdams	77
2.1.	Le groupement simultané	81
2.2.	Le groupement séquentiel	82
2.3.	Le groupement segmentationnel	83
2.4.	Les processus de concurrence entre ces trois groupements	84
3.	Application des principes de la Gestalt à la musique	85
3.1.	Chez Meyer	85
3.2.	Chez James Tenney et Larry Polansky	88
3.3.	La Théorie Générative de la Musique Tonale (TGMT)	90
3.4.	Le modèle Implication-Réalisation de Narmour	95
4.	Application de l'ASA dans la musique	97
4.1.	L'analyse de la texture dans <i>Eight Lines</i> de Steve Reich (1983)	97
4.2.	<i>Voice leading, The Science behind a Musical Art</i> de David Huron	101
4.3.	Le monde du studio d'enregistrement	104
5.	Texture, ASA et illusion auditive	107
6.	Texture et émotions	118
6.1.	La musique, qu'est-ce que ça nous fait ?	118
6.2.	Définition de l'émotion musicale	120
6.3.	L'émotion dans le langage musical	123
6.4.	Le pouvoir émotionnel de la Texture	128

Chapitre 4 : L'enfant sourd, un modèle pour tester la perception de la texture	132
1. Présentation générale de la surdité et les différents moyens de réhabilitation	133
1.1. L'âge d'apparition de la surdité.....	133
1.2. Le siège de l'atteinte auditive.....	134
1.3. Le degré de surdité	135
1.4. Étiologie des surdités.....	138
1.5. Les adaptations prothétiques	139
1.6. Les moyens de communication	145
2. Les conséquences de la surdité profonde congénitale	151
2.1. Les troubles langagiers.....	152
2.2. L'impact de la surdité sur le développement du langage.....	156
2.3. Les conséquences sur la Cognition	159
3. La musique : un outil de stimulation auditive pour un enfant sourd	164
3.1. Aspects développementaux du traitement auditif	164
3.2. Les effets de la musique sur le développement de l'enfant sourd	168
Chapitre 5 : Approche empirique de la perception de la Texture chez l'enfant et l'adulte.	174
1. Vers une classification psycho-musicologique pertinente de la Texture.....	174
1.1. Les propriétés émergentes : définitions.....	174
2. Analyse de Textures.	178
2.1. <i>Partiels</i> (1975) de Gérard Grisey	178
2.2. <i>Mouvement</i> (- vor der Erstarrung) d'Helmut Lachenmann.....	190
2.3. <i>Symphonie Myths</i> de Roger Reynolds (1er mouvement : <i>Futami ga Ura</i>) 195	
2.4. Ligeti, Concerto de chambre (1969-1970), 3ème mouvement (<i>Movimento preciso e meccanico</i>).....	202
3. Expérimentation n°1 : Représentation cognitive des textures chez l'enfant sourd	214
3.1. Méthode :.....	214
3.2. Résultats.	222
4. Expérimentation n°2 : Représentation émotionnelle des textures chez l'enfant sourd implanté	229
4.1. Méthode.....	229

4.2. Résultats	236
5. Discussion générale.....	241
 Chapitre 6 : Les outils d'apprentissages des méthodes actives musicales.....	 252
1. Méthodes d'apprentissage musical.....	253
1.1. La méthode Orff	257
1.2. Chez Zoltán Kodály.....	261
1.3. La méthode Willems.....	266
1.4. La méthode Maurice Martenot (1898-1980).....	269
1.5. La méthode Émile Jacques-Dalcroze	272
2. Le pouvoir de la musique : concevoir un outil d'apprentissage de la texture destiné aux enfants sourds	 278
2.1. Présentation :	279
2.2. Développer la conscience rythmique à travers le mouvement :.....	281
2.3. Improvisation et Création.....	284
2.4. Le rôle essentiel des comptines :.....	291
2.5. Création d'un « Jardin des Sons ».....	294
 Conclusion.....	 299
Liste des figures.....	304
Liste des tableaux	310
Annexes	311
Bibliographie.....	312
Sites internet Consultés	341

Introduction

Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, l'émergence de la notion de texture a ouvert de nouvelles perspectives en matière de composition et d'appréhension de la musique. Le terme apparaît dans le discours de musiciens, analystes, compositeurs et musicologues, chacun lui donnant sa propre définition : nous le trouvons chez Ligeti « *Textur* » (en langue allemande) dans plusieurs articles de références,¹ chez Peter Niklas Wilson à propos de Ligeti (1992)² et de façon beaucoup plus systématique chez les anglo-saxons avec l'ouvrage « *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music* » de Joel Lester (1989)³ notamment. L'exploration de nouveaux territoires sonores au cours du XXe siècle a bouleversé la perception des auditeurs et des compositeurs, habitués aux règles syntaxiques énoncées dans le cadre du système tonal. Les compositeurs ont alors envisagé l'écriture sous un angle nouveau : l'élargissement de l'instrumentarium (particulièrement dans les familles des vents et percussions), l'emploi de nouvelles techniques instrumentales et vocales, l'influence de la musique électroacoustique fonctionnant avec des masses sonores et des trames autour de l'écriture instrumentale, ainsi que le recours aux nouvelles technologies ont permis de développer une réflexion innovante autour de la matière sonore et de sa spatialisation.

« La musique de demain sera spatiale. »⁴ À cette déclaration du compositeur Edgar Varèse, Zao Wou-Ki, son ami de toujours, répondra en réalisant un tableau « hommage », un an avant la mort du musicien en 1964. Dans cette toile, nous pouvons voir une texture singulière, laissant suggérer la « collision entre les sons », recherchée par Varèse, où Zao Wou-Ki jouera avec des effets picturaux et

¹ LIGETI György, « Wandlungen der musikalischen Form », in *Die Reihe* n°7, Vienne, Universal Edition, 1960. Trad. Fr. : *Neuf essais sur la musique*, éditions Contrechamps, 2010.

² WILSON Peter Niklas, « Interkulturelle Fantasien: György Ligetis Klavieretüden Nr. 7 und 8 », *Melos* 51, 1992, p. 63–84.

³ LESTER Joel, *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music*, New York et Londres, W. W. Norton, 1989.

⁴ Portail de la musique contemporaine, *Spatialisation*, <http://www.musiquecontemporaine.fr/doc/index.php/spatialisation>, consulté le 10 août 2019.

des masses colorées grâce à l'utilisation de multiples techniques, de l'aplat au graphisme le plus brut. D'une certaine manière, le tableau produit une partition visuelle engageant une musicalité. Zao Wou-Ki déclarait lui-même : « Vaincre la surface était devenu mon obsession, un défi qui me posait de nombreux problèmes. [...] Ainsi, d'une peinture du sentiment, j'étais passé à une peinture de l'espace. »⁵

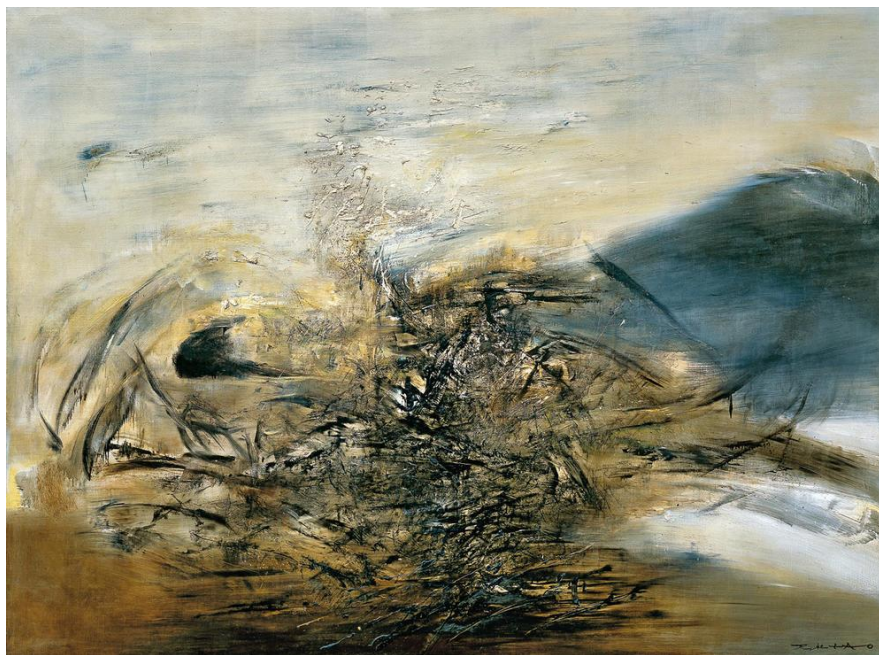


Figure 1 : *Hommage à Edgar Varèse* – 25.10.64, de Zao Wou-Ki, (225 x 345 cm), Musée cantonal des Beaux-Arts de Lausanne, 1964.

De même, la réflexion du compositeur, théoricien et musicologue, Hugues Dufourt nous semble particulièrement intéressante d'être mentionnée afin de mieux comprendre le contexte :

En 1970, la scission du sonore et du musical était totale. Les musiciens emportaient avec eux le formalisme, les règles, la syntaxe, les lois de la combinatoire, mais ils n'avaient plus prise sur un monde sonore en pleine effervescence. De leur côté les électroacousticiens libéraient les puissances du son, réabsorbant dans de larges trames le bruit, les sonorités complexes et le raz de marée des mixtures inharmoniques. Mais sans accès à l'écriture, ils ne pouvaient formaliser

⁵ MARQUET Françoise, *Zao Wou-Ki, Autoportrait*, Paris, éditions Fayard, 1988.

intégralement leurs opérations ni par conséquent contrôler leurs trouvailles. Tel était le dilemme ; ou bien une écriture condamnée à fonctionner à vide, dans l'autarcie des systèmes formels ; ou bien une production sonore effective, mais frappée d'une inintelligibilité de principe.⁶

Dès lors, la sensibilité auditive évoluée, elle se focalise sur les transitoires d'attaque et d'extinction, les oscillations, le grain, la rugosité et la résonance. A ce propos, la texture bouleversera les codes de l'écriture instrumentale et vocale avec pour représentants des compositeurs comme Morton Feldman, György Ligeti, Gérard Grisey, Iannis Xenakis et Hugues Dufourt. Les musicologues ont alors élargi leur palette analytique en s'emparant de la notion de texture. Les oeuvres sont analysées en termes de trames, de lignes, d'étendue spectrale, de masses, de densité, de rugosité, etc. Le musicologue américain Leonard Meyer dans son ouvrage de référence *Emotion and Meaning in Music* (1956)⁷ consacre un chapitre entier à la texture. L'approche essentielle de ce dernier a permis de mettre en lumière les processus cognitifs et émotionnels de la musique, en faisant référence au jeu des tensions et détentes induites par la matière musicale. Dans ce contexte, « la texture correspond à l'émergence de propriétés à un niveau supérieur. On peut imaginer qu'elle est la manifestation d'un processus d'auto-organisation guidé par diverses contraintes cognitives et attentionnelles. Le cerveau procéderait à des choix, des groupements, des hiérarchies selon des contraintes attentionnelles et mnémoniques et selon l'acculturation et les stratégies d'écoute de l'auditeur. »⁸ Mais c'est surtout les études dans le cadre de « l'analyse de scène auditive », compilées dans le célèbre ouvrage de Bregman, qui vont apporter un cadre théorique à l'analyse de la texture (1990).⁹

Au regard de tout cela, comment étudier et comprendre les fondements cognitifs de la

⁶ DUFOURT Hugues, *Musique, Pouvoir, Écriture*, Paris, Christian Bourgois éditeur, coll. Musique/Passé/Présent, 1991, p. 302.

⁷ MEYER Leonard B, *Emotion and Meaning in Music*, 1956, The University of Chicago Press, trad. française, *Emotion et Signification en Musique*, Arles, Actes Sud, 2011.

⁸ LALITTE Philippe, « Texture et émergence perceptive en musique contemporaine », Texte, texture, textile. Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature, EUD, 2013, p. 125.

⁹ BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mass, 1990.

perception de la texture ? Il nous semble intéressant de voir également comment nous pourrions utiliser la texture pour l'analyse d'œuvres de musique contemporaine.

« J'imagine être au bord d'un lac où tout est paisible, lisse. » Ce témoignage d'enfant sourd n'est pas isolé quand il s'agit d'expliquer leur savoir-faire pour classer des textures musicales. Pour certains, la texture est assimilée à une « onde visuelle » qui serait la réunion entre « le sentiment et le mouvement ». Dans notre enseignement au quotidien, l'intérêt porté pour la matière sonore et sa perception chez des enfants sourds nous a toujours fasciné et interrogé : car d'une part, le fait d'écouter de la musique contemporaine ne les rebute pas du tout, contrairement à leurs camarades normo-entendants du même âge, elle semble même stimuler leur imagination, d'autre part leur musicalité se traduit spontanément par le mouvement car elle est le produit intérieur et instinctif imaginé par leur conscience visio-spatiale tout à fait singulière. Cette capacité d'entrer en résonance corporelle avec des contenus musicaux ou avec les gestes de l'autre nous a permis de changer de point de vue et de remettre en cause notre enseignement pour nous diriger vers des méthodes axées sur les aspects psychomoteurs de l'apprentissage et de l'expression musicale. L'utilisation du corps comme premier instrument repose sur des principes pédagogiques énoncés dans les années 1920 avec des pédagogues comme Jacques-Dalcroze, Orff et Martenot notamment. Ces méthodes actives musicales nous semblent tout à fait adaptées à des enfants sourds. Partant de cela, l'ensemble de nos travaux de recherches ont tenté de comprendre et d'expliquer leur perception de la texture et leur attrait pour la musique contemporaine. Est-ce que la texture ne serait pas un formidable levier pour l'éducation musicale de ces enfants ?

Dans un premier temps, nous nous sommes donc consacrés à faire une revue de la texture d'un point de vue pluridisciplinaire. Par exemple, en synthèse d'image, une texture correspond à une région dans une image numérique ayant des caractéristiques homogènes. Ces caractéristiques sont par exemple un motif basique qui se répète, ou des caractéristiques fréquentielles. Ici, une texture est composée de textels, l'équivalent des pixels. En science des matériaux, et en particulier en métallurgie, la texture désigne une orientation cristalline préférentielle, par rapport à une distribution isotrope des

orientations. En science des aliments, la texture est l'ensemble des propriétés rhéologiques (résistance à l'écoulement) et de structure (géométrie et surface) d'un produit alimentaire perceptible par les mécanos récepteurs, les récepteurs tactiles et éventuellement les récepteurs visuels et auditif. En peinture, la texture désigne la consistance de la toile ou du support sur lequel est réalisée l'œuvre.

Puis dans notre second chapitre, nous exposerons la texture du point de vue des musicologues et compositeurs, pour définir ensuite les principes d'organisation auditive qui permettent de comprendre sa perception (chapitre 3).

Après l'exposition des implications de la texture d'un point de vue pluridisciplinaire, musicologique et cognitiviste, nous aborderons son statut auprès des enfants sourds. Pour cela, dans notre quatrième chapitre, nous présenterons la surdité et ses conséquences sur leur développement ainsi que les différents moyens de réhabilitation existants. Au regard des multiples travaux expliquant les bienfaits de la musique sur notre cerveau (Kirschner et al., 2009¹⁰ ; Herholz et al., 2012¹¹ ; Tillmann et al., 2014¹² ; Bigand, 2018¹³), nous postulons que la musique pourrait être un outil de stimulation auditive pertinent pour ces enfants. Selon Jacques-Dalcroze, « on n'écoute pas uniquement la musique avec les oreilles, on l'entend résonner dans le corps tout entier, dans le cerveau et dans le cœur. »¹⁴ C'est particulièrement cette écoute corporelle qui nous intéresse aujourd'hui et qui nous a poussé à enseigner la musique tout autrement. Il suffit de penser à la percussionniste et compositrice sourde Evelyn Glennie qui explique : « entendre plus avec son corps qu'avec ses oreilles »¹⁵. Sa déficience auditive lui a permis de mieux comprendre la musique qu'elle aime et de mieux s'y connecter. Elle est le sujet du documentaire *Touch the Sound*, qui explore cette approche

¹⁰ KIRSCHNER Sebastian et TOMASELLO Michael, « Joint drumming: Social context facilitates synchronization in preschool children », *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 102, p. 299-314.

¹¹ HERHOLZ Sibylle C. & ZATORRE Robert J., « Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure », *Neuron*, Vol. 76, 2012, p. 486-502.

¹² TILLMANN Barbara, « La musique au secours du langage. De l'étude des corrélats neuronaux vers des perspectives de réhabilitation », in PLATEL Hervé et THOMAS-ANTÉRION Catherine, *Neuropsychologie et art*, Paris, De Boeck-Solal, coll. « Neuropsychologie », 2014, p. 177-198.

¹³ BIGAND Emmanuel, *Les bienfaits de la musique sur le cerveau*, Belin, coll. « Cerveau et bien-être », 2018.

¹⁴ JACQUES-DALCROZE Emile, *Notes bariolées*, Genève, Edition Jeheber, 1948.

¹⁵ https://www.ted.com/talks/evelyn_glennie_shows_how_to_listen, consulté le 10 mai 2014 et le 25 août 2019.

peu conventionnelle et intrigante de la percussion.¹⁶

Dans la première partie du cinquième chapitre, nous nous sommes attachés à donner notre point de vue sur cette notion en proposant deux axes : un axe vertical qui correspondrait aux dimensions de la texture, la densité versus aéré, l'étendue, la couleur, le bruit, etc. et un axe horizontal qui lui se conformerait à la trame, la dimension temporelle, le grain ou la nature (strié ou lisse), etc. C'est pourquoi il nous a semblé intéressant de présenter dans le cadre de ce travail de recherche, quatre analyses texturales à l'aide de l'informatique, en nous limitant aux techniques de visualisation du signal audio. Puis la deuxième partie se focalisera sur les résultats de nos deux expérimentations menées autour de la perception de la texture chez des enfants sourds implantés versus enfants et adultes normo-entendants.

Toute notre démarche musicale auprès des enfants sourds s'est largement nourrie des « méthodes actives » entièrement centrées sur l'enfant, comme celles de Orff, Jacques-Dalcroze, Martenot, etc., que nous détaillerons dans notre dernier chapitre. Chercher tout ce qui permet à l'enfant d'acquérir ce qui lui est nécessaire : recherche par tâtonnement, exploration du mouvement, le corps comme premier instrument. Comme l'écrit si justement Monique Désy Proulx, « la musique nous lie les uns aux autres. En chantant, en jouant ou en dansant à plusieurs, nous ressentons en même temps les mêmes émotions, ce qui nous révèle à quel point nous sommes semblables et nous faisons partie d'un tout. »¹⁷ La musique est avant tout source de plaisir, de sensations, d'expressivité et de création. C'est dans cette perspective que nous avons élaboré nos expérimentations en suggérant que la texture permettrait de stimuler l'expérimentation d'autres pratiques pédagogiques, davantage liées à la découverte du corps, de l'expression du mouvement et de la voix dans toutes ses potentialités.

16 RIEDELSHEIMER Thomas, *Touch The Sound : un voyage sonore avec Evelyn Glennie*, un documentaire germano-britannique réalisé en 2004.

17 DÉSY PROULX Monique, *Pourquoi la musique ? Son importance dans la vie des enfants*, Montréal, Éditions du CHU Sainte-Justine, 2014, p. 19.

Chapitre 1 : La texture d'un point de vue pluridisciplinaire

Pour tenter de construire une réflexion intéressante autour de la notion de texture, il nous semble nécessaire de proposer un état de l'art afin de montrer son importance dans des domaines fort variés, car dans notre environnement, la texture est omniprésente. Elle contient des informations visuelles importantes sur un objet et nous permet de distinguer les animaux, les plantes, les aliments et les tissus. Cela fait de la texture une partie importante de l'apport sensoriel que nous recevons chaque jour. Dans les arts visuels, la texture est la qualité de surface perçue d'une œuvre d'art. C'est un élément de conceptions bidimensionnelles et tridimensionnelles qui se distingue par ses propriétés visuelles et physiques perçues.¹⁸ Du point de vue de la recherche, les textures sont classées en textures tactiles et visuelles. Les premières, également appelées textures réelles ou textures physiques, sont des variations de surface comme la fourrure, le sable et les surfaces lisses de la toile, du métal, du verre, ou encore du cuir. La texture physique se distingue de la texture visuelle par une qualité physique qui peut être ressentie au toucher.¹⁹ La texture visuelle est l'illusion de la texture physique. Chaque matériau a sa propre texture visuelle. Les photographies, les dessins et les peintures utilisent une texture visuelle pour représenter de manière réaliste et avec interprétation leur matière. Nous parlerons également dans ce chapitre des textures physiques telles que la géologie, l'anatomie et de l'immensément grand avec la cosmologie. La métaphore du tissu associée à la littérature ou aux arts plastiques questionnera la notion de texture. De plus, l'aspect multidimensionnel de la texture dans

¹⁸ GRAHAM Daniel J., MENG Ming, « Artistic representations: clues to efficient coding in human vision », *Visual Neuroscience*, Vol. 28, n°4, 2011, p. 371-379.

¹⁹ MANFREDI Louise R., SAAL Hannes P., BROWN Kyler J., ZIELINSKI Mark C., DAMMANN III John F., POLASHOCK Vicky S. and BENSMAIA Sliman J., « Natural scenes in tactile texture », *Journal Neurophysiology*, Vol. 111, 2014, p. 1792-1802.

la cosmétique et dans la science des aliments sera tout autant abordé dans ce chapitre.

Au demeurant, il s'agit de proposer un parcours autour de la notion de texture à travers une lecture pluridisciplinaire.

1. La texture en cosmologie

En cosmologie, la texture est un défaut topologique de l'univers. Le cosmologiste, Neil Turok est un grand pionnier dans ce domaine. Il a émis une théorie nouvelle sur l'origine du Big-bang. Il propose que le Big Bang ne représente juste qu'un stade d'un cycle infiniment répété de l'expansion de l'Univers et de ses contractions. Ainsi, cela implique que ni le temps ni l'univers n'ont de commencement ni de fin. Des physiciens pensent que cette théorie mérite que l'on s'y intéresse car les équations sur les lois qui régissent l'univers vont à l'infini. Le scientifique est proche de la *Théorie des Cordes*, développée par Edward Witten, en 1995.

Les défauts topologiques tels que les textures et les cordes cosmiques (à ne pas confondre avec les cordes de la théorie des cordes) sont des structures hypothétiques présumées stables qui se seraient formées dans les premiers instants de l'univers. Les théories impliquant la formation de défauts topologiques prédisent qu'ils seraient apparus à l'issue de la période inflationnaire. Ces textures expliqueraient la formation des grandes structures.

Joseph Silk nous explique que la texture correspondrait à un nœud topologique tridimensionnel. Il considère que le cas des textures est particulièrement intéressant :

Dès lors que la distance parcourue par la lumière depuis le big-bang devient comparable au rayon d'une texture, celle-ci s'effondre et emporte avec elle toute la densité d'énergie associée. Lorsque sa taille atteint environ 10-30 centimètres, le nœud se défait. Ce phénomène s'accompagne de l'émission d'une salve de particules interagissant faiblement connues sous le nom de « bosons de Goldstone ». La densité d'énergie associée à la texture et à la couche en expansion de ces bosons pousse la matière ordinaire environnante, qui forme alors les structures

que l'on observe aujourd'hui. La matière ambiante répond par des fluctuations en densité qui conduisent à la formation de galaxies, d'amas de galaxies et de structures plus vastes encore.²⁰

Néanmoins pour le moment, depuis les observations du satellite Cobe, les modèles basés sur des cordes cosmiques et les textures sont considérés en général comme non viables. Les observations ne permettent pas d'expliquer majoritairement l'apparition des grandes structures de l'Univers à partir de zones de surdensité créées par des cordes cosmiques, ou en liaison avec les textures. Mais cela ne veut pas dire qu'il n'en existe pas ! Simplement leur rôle ne peut être que très minoritaire.

2. La texture et l'anatomie

L'anatomie humaine se divise en deux grandes parties : l'anatomie physiologique qui étudie les organes sains, et l'anatomie pathologique qui étudie les organes malades. « Lorsque l'anatomie s'occupe de toute les qualités des organes qu'on peut observer sans les diviser, elle prend le nom d'Anatomie des *formes*, des *connexions*, ou d'Anatomie *descriptive*. Quand elle s'occupe de leur texture intime, elle est désignée sous le nom d'*Histologie* ou d'*Anatomie de texture*. »²¹

Aujourd'hui, l'Histologie fait référence à l'étude des tissus biologiques. Elle étudie la structure de ces tissus à un niveau microscopique et permet de comprendre leur fonctionnement normal ou pathologique. Elle se situe au carrefour de la biologie cellulaire, de l'anatomie, de la biochimie et de la physiologie. Le terme de tissu désigne un ensemble de cellules présentant une structure semblable et remplissant une (ou des) fonction commune. Un tissu peut être un tissu simple ou un tissu composé. Dans le corps humain, il existe quatre tissus simples ou primaires : le tissu épithélial, le tissu conjonctif, le tissu musculaire et le tissu nerveux. Un tissu composé est une combinaison de tissus simples associés morphologiquement et fonctionnellement.

²⁰ SILK Joseph, *Une brève histoire de l'univers*. Paris. Odile Jacob, 2003, p. 226.

²¹ BURGGRAEVE Adolphe, *Anatomie de texture ou Histologie, appliquée à la physiologie et à la pathologie*. Gand, Annot-Brackman, 1845, p. 12.

Ainsi, « la plupart de nos organes contiennent des tissus des quatre groupes primaires, la disposition de ces derniers au sein de l'organe, avec la participation d'éléments vasculaires et d'éléments nerveux, déterminant sa structure et ses capacités fonctionnelles. »²²

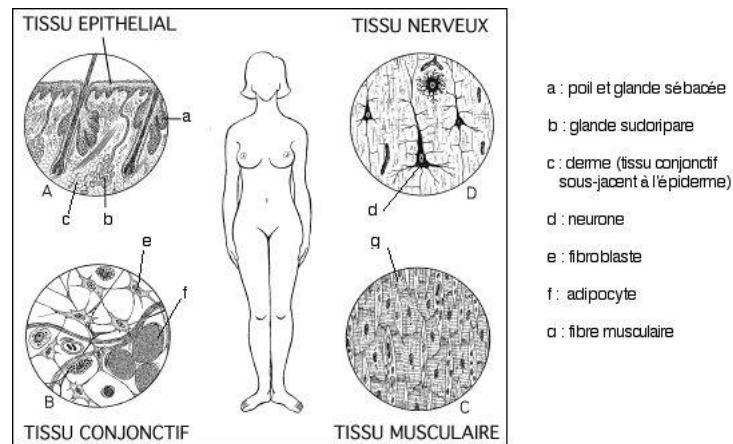


Figure 2 : Description générale des quatre tissus fondamentaux.²³

3. La texture en géologie

La texture, observable au microscope, concerne la disposition élémentaire des minéraux, définie par leur taille (granulométrie), leur forme et leur arrangement. La texture d'une roche est comme une empreinte digitale car elle nous renseigne sur son environnement de formation.

Nous distinguons ci-après une liste des principales textures souvent associées à des roches magmatiques et métamorphiques.²⁴ Toutefois la variété des textures est si grande qu'il n'est pas envisageable dans le cadre de notre recherche d'en faire un catalogue exhaustif.

²² SARROUILHE Denis, FAVOT Laure, *Histologie UE2*, Ed. Ellipses « Entraînement intensif », 2018, p. 6.

²³ BALAS Daniel et PHILIP Patrick, *Cours d'Histologie générale* [en ligne], Université de Nice Sophia-Antipolis, <http://www.db-gersite.com/HISTOLOGIE/HISTGENE/index.html>

²⁴ DEMANGE Michel, *Les Textures des roches cristallines, Aspects microscopiques*. Presse des Mines, coll. Sciences de la Terre et de l'environnement, 2011, p. 9-39.

3.1. Les roches magmatiques

- **Texture phanéritique** (ou grenue) : concerne les roches magmatiques dont le grain est visible à l'œil nu. La taille des minéraux varie entre 1 et 5 mm et sont le plus souvent équi-granulaires. La texture phanéritique indique un refroidissement lent du magma. Le granit en est l'exemple le plus courant.



Figure 3 : Granit.

- **Texture aphanitique** : concerne les roches magmatiques qui ne montrent pas de cristaux visibles à l'œil nu, ni même au microscope. La taille de ces minéraux est généralement plus petite que 1 mm.

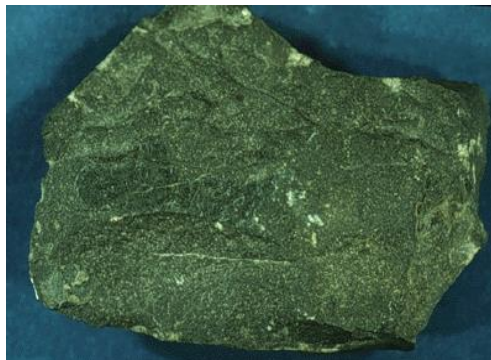


Figure 4 : Basalte.

- **Texture vitreuse** : cela correspond aux roches magmatiques qui sont entièrement ou en grande partie constituées de verre.

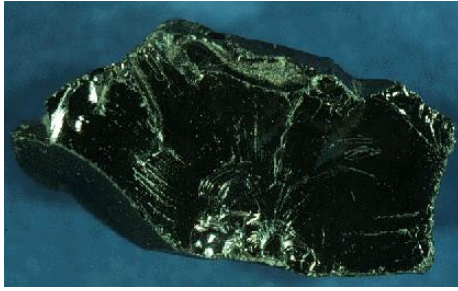


Figure 5 : Obsidienne

- **Texture pegmatitique** : texture d'une roche magmatique ayant des minéraux de dimension centimétrique, décimétrique ou exceptionnellement métrique. La texture pegmatitique indique un refroidissement très lent du magma.



Figure 6 : Pegmatite.

3.2. Les roches métamorphiques

- **Texture granoblastique** : C'est une texture sans orientation des minéraux. Les roches sont formées de minéraux en granules, comme par exemple les quartzites et les marbres.



Figure 7 : Quartzite.

- **Foliation** : Texture avec orientation des minéraux. Alternance de lits de minéraux différents. La roche présente des feuillets alternés de divers minéraux, tantôt clairs, tantôt sombres.

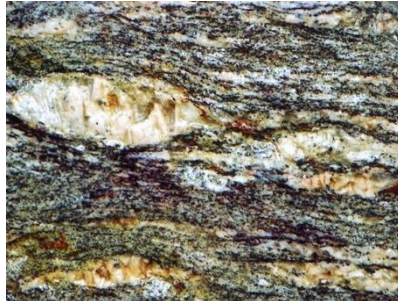


Figure 8 : Gneiss.

- **Schistosité** : C'est une texture avec orientation privilégiée des minéraux. Disposition orientée des minéraux en plans parallèles, plus ou moins marqués.



Figure 9 : Schiste.

Depuis longtemps en géologie-géophysique, l'analyse quantitative de textures a pu fournir des informations essentielles sur l'histoire des déformations des roches et pour interpréter l'anisotropie observée dans la propagation sismique.²⁵ L'obtention de matériaux texturés a subi, de fait, un essor sans précédent. Il nous semble par conséquent important de faire le point sur les textures cristallographiques.

²⁵ SCHMID Stefan, « Textures of geological materials: computer model predictions versus empirical interpretations based on rock deformation experiments and field studies », in *Textures of Geological Materials* (Hans Joachim BUNGE et al.eds), DGM Verlag, p. 279-301.

4. Texture et Cristallographie

La cristallographie est la science qui se consacre à l'étude des substances cristallines à l'échelle atomique. Les propriétés physico-chimiques d'un cristal sont étroitement liées à l'arrangement spatial des atomes dans la matière. Elle étudie la formation, la croissance, la forme extérieure, la structure interne, et les propriétés physiques de la matière cristallisée. Après avoir fait partie de la minéralogie, la cristallographie est devenue, depuis la fin du XIX^{ème} siècle, une science indépendante apte à pouvoir mener l'étude de la morphologie, de la texture et de la structure des cristaux. Elle est le fondement de plusieurs autres domaines, dont la physique, la chimie, les mathématiques, la biophysique, la métallurgie en général, l'électronique, etc. Comme le souligne l'historien Denis Guthleben, « En pénétrant la structure des matériaux, la cristallographie a ouvert un champ immense de connaissances. Et ce champ n'a fait que s'élargir à mesure de l'amélioration des générateurs de rayons X, puis de la découverte de nouvelles méthodes pour l'étude de structures toujours plus complexes. »²⁶ Cette science trouvait déjà ses racines dans la philosophie grecque antique avec Platon et ses disciples, en grande admiration devant la perfection de la forme de ces cristaux.

Dans ce domaine, la texture est la description de la forme, des dimensions, et de l'orientation mutuelle des monocristaux dans un matériau polycristallin (constitué d'un ensemble de monocristaux) comme un métal, une poudre, un sol, une céramique, etc. La diffraction des rayons X ou des neutrons permet d'accéder à cette texture. Il apparaît essentiel aujourd'hui de développer un maximum de techniques afin de caractériser au mieux la texture pour une bonne maîtrise des propriétés d'usage des matériaux.²⁷

²⁶ GUTHLEBEN Denis, « La cristallographie, de Platon à nos jours... ». *CNRS Le Journal*, n°256, février 2014, p. 66.

²⁷ BAUDIN Thierry, CHATEIGNER Daniel, ESLING Claude, LUTTEROTTI Luca et MORALES Magali, « Analyse des textures cristallographiques et des microstructures », *Reflète de la physique, La Cristallographie, Sciences et Techniques*, n° 44-45, 2015, p. 80-85.

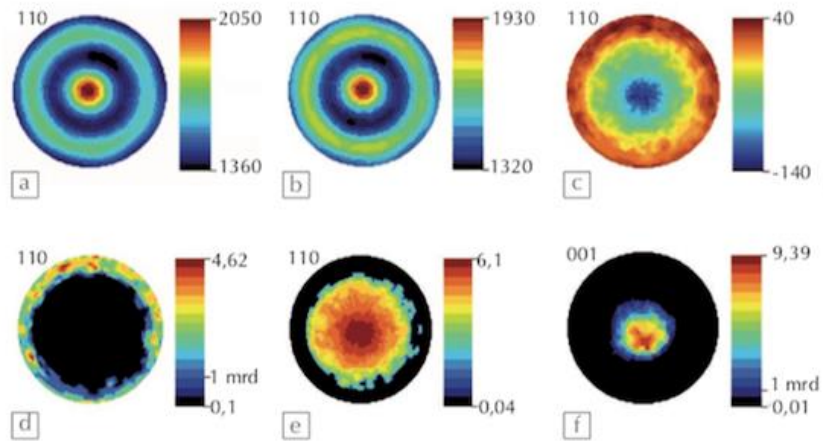


Figure 10 : Exemples de résultats de l'analyse quantitative de texture magnétique présentés sous la forme de figures de pôles directes.²⁸

Dans le domaine de la science des matériaux, un grand nombre de travaux ont pour objectif de décrire et d'optimiser le comportement macroscopique des métaux et alliages, à partir de la caractérisation et de l'analyse de leur microstructure et de leurs mécanismes fins de déformation. Pour cela, les scientifiques ont alors besoin de mesurer la texture, les déformations, pour suivre au plus près le comportement du matériau étudié. Nous ne détaillerons pas ici les différents principes des mesures de ces textures, car ce domaine d'étude scientifique fort complexe n'est pas le nôtre.

5. Texture et sciences des aliments

La texture et la sensation en bouche sont des propriétés sensorielles fondamentales des aliments. Datant d'un siècle environ, l'analyse de la texture des aliments est un domaine scientifique qui a réellement pris son essor au début des années 1960, notamment grâce aux travaux de R.H. Scott Blair et A.S. Szczesniak.²⁹ La définition donnée par Szczesniak en 1998 est la plus représentative :

²⁸ *Ibid.*, p. 84.

²⁹ SZCZESNIAK Alina Surmacka, « Classification of textural characteristics », *Journal of Food Science*, Vol. 28, n°4, 1963, p. 385- 389.

La texture est la manifestation sensible et fonctionnelle des propriétés structurales et mécaniques des aliments, détectées par les sens de la vision, l'ouïe, ainsi que le toucher et les perceptions kinesthésiques.³⁰

L'analyse de la texture dépendra donc de la sensation ressentie lorsque ce produit est mis en bouche avant son ingestion. « Un des premiers travaux de l'analyse de texture va consister à nommer ces sensations le plus objectivement possible, c'est-à-dire à interpréter un champ sensoriel par la parole. »³¹ La texture est un des critères principaux utilisés par les consommateurs pour juger de la qualité et de la fraîcheur des produits. Dans le domaine alimentaire, la texture est considérée essentiellement comme une propriété sensorielle et regroupe un grand nombre de termes. Nous pouvons citer, entre autres, la tendreté pour la viande, l'onctuosité ou la fermeté pour des fromages, l'aspect collant pour des pâtes ou encore les caractères craquant, friable, dur et croustillant pour des biscuits, etc.



Figure 11 : Exemples de différents types de textures alimentaires.

³⁰ SZCZESNIAK Alina Surmacka, « Sensory texture profiling - historical and scientific perspectives », *Food Technology*, Vol. 52, n°8, 1998, p. 54-57.

³¹ DANIEL Christine et ROUDOT Alain-Claude, « La terminologie de la texture des aliments », *Érudit, Méta*, Vol. 52, n°2, juin 2007, p. 343.

Le développement de nouvelles textures peut être considéré comme une source d'innovation majeure pour le secteur alimentaire. Lors de la dégustation, la texture est appréciée en trois phases : une phase d'attente, de mastication et de déglutition. Au cours de cette dernière phase, les informations de textures peuvent être de nature très variée. Selon ses caractéristiques de surface, la texture peut se révéler rugueuse, lisse, fibreuse, humide, grasse, etc. Elle peut avoir des caractéristiques mécaniques primaires comme la dureté, l'élasticité, la viscosité, etc., ou encore des caractéristiques géométriques telles que la granulométrie ou la forme et l'arrangement des particules dans le produit en question.

Divers travaux autour de l'évaluation sensorielle de la texture ont démontré l'importance des sensations acoustiques pour la perception du croustillant.³² La hauteur du son émis lors de la morsure et de la mastication nous permet par exemple de différencier le croustillant (bruit aigu, correspondant à une fréquence élevée) du croquant (bruit grave, correspondant à une faible fréquence). Les stimulus auditifs ont donc une importance capitale dans la perception de la texture.

Quant à la vue, elle nous permet d'anticiper la texture de l'aliment qui va être consommé : elle nous prépare à mordre avec une vigueur appropriée.

Ainsi, tous les sens sont concernés : le toucher lors de la prise du produit et dans la mise en bouche, la vue lors du choix, l'ouïe lors de la mastication. Le goût et l'odorat interviennent également dans notre perception des différentes saveurs. Le goût permet d'identifier les substances chimiques sous forme de solutions par l'intermédiaire de chémorécepteurs. Quant à l'odorat, il permet de détecter les substances chimiques volatiles.³³

De plus, il existe également des méthodes instrumentales. Elles révèlent de la rhéologie. Il existe trois grandes catégories de mesures de la texture : des méthodes fondamentales (mesure de la viscosité, de la dureté, de la résistance ou de la fragilité d'un matériau alimentaire), des méthodes empiriques basées sur trois principes fondamentaux de la déformation (la flexion, le cisaillement et

³² VICKERS Zata & BOURNE Malcom C., « A psychoacoustical theory of crispness », *Journal of Food Science*, 1976, n°41, p. 1158-1164

³³ BAGOT Jean Didier, *Information, sensation et perception*, Paris, Armand Colin. 1999.

la compression) et enfin les méthodes imitatives (imitation de l'action des dents par exemple).³⁴

L'analyse instrumentale peut conforter l'analyse sensorielle dans le cadre du respect de certaines réglementations, voire en matière d'innovation.

6. La cosmétique et la texture

La texture d'un produit est une notion complexe et multidimensionnelle. Comme nous l'avons exposé précédemment pour le domaine alimentaire, avec la définition de Szczesniak notamment (1963), elle peut être définie de manière similaire pour l'évaluation de produits cosmétiques. Ainsi, la perception de la texture de produits cosmétiques, types crème ou lait, peut être divisée en 4 étapes, correspondant à l'ensemble des sensations perçues au fur et à mesure qu'elles apparaissent lors de l'évaluation d'un produit (Schwartz, 1975³⁵ ; Civile & Dus, 1991³⁶) :

- **L'apparence**, comprenant les propriétés visuelles d'un produit avant toute manipulation,
- **Le pick-up**, correspondant aux propriétés sensorielles du produit perçues avant application, lorsque le produit est prélevé dans son contenant,
- **L'application ou pénétration**, comprenant les propriétés du produit développées durant son application sur la peau,
- **L'apparence résiduelle et la sensation au toucher**, correspondant aux effets visuels, tactiles, olfactifs et kinesthésiques du produit sur la peau, après application.

Ainsi, la perception globale de la texture est rendue possible par l'intégration de nombreux

³⁴ SCHER Joël, *Rhéologie, texture et texturation des produits alimentaires*, Journal Techniques de l'ingénieur Opérations unitaires du génie industriel alimentaire, 2006.

³⁵ SCHWARTZ Naomi Oshinsky, « Adaptation of the sensory texture profile method to skin care products », *Journal of Texture Studies* 6, 1975, p. 33-42.

³⁶ CIVILLE Gael Vance & DUS Clar A., « Evaluating tactile properties of skincare products: a descriptive analysis technique », *Cosmetics and Toiletries* 106, 1991, p. 83-88.

stimuli rendant compte de cette multidimensionnalité.³⁷

Le secteur de la cosmétique adapte les textures de ses produits et innove avec des expériences sensorielles surprenantes. L'efficacité d'un produit de soin cosmétique passe aussi par sa texture. D'ailleurs, les acteurs de ce marché l'ont très bien compris. Depuis quelques années, l'innovation dans ce domaine consiste à créer des textures à transformation : par exemple, une mousse qui se transforme en huile, une crème qui devient un masque caoutchouteux ou encore un gel qui se métamorphose en mousse pétillante. Toutes ces années de recherche scientifique payent et donnent des résultats tout à fait surprenants.



Figure 12 : Exemples de différents types de textures en cosmétique.

7. La texture et l'image

La texture est une caractéristique importante pour la segmentation de divers types d'images, que ce soit de l'imagerie médicale, agronomique ou industrielle. Parmi les principaux éléments d'interprétation du message visuel pour un observateur humain, nous pouvons citer les contours, la couleur, la forme, etc... Le système visuel humain se révèle extrêmement performant pour caractériser

³⁷ DUBUISSON Pauline, « Influence de la phase grasse et des polymères naturels sur les paramètres physico-chimiques en lien avec la perception tactile de l'émulsion », Thèse de doctorat, Université du Havre, 2017.

les textures en utilisant des termes comme lisse versus rugueuse, fine versus grossière, granuleuse versus fibreuse, régulière versus irrégulière, etc. Nous verrons que ces termes seront également pertinents pour l'analyse de la texture musicale.

De manière générale, nous pourrions dire que l'analyse de l'image consiste à extraire un certain nombre de propriétés caractéristiques puis de les exprimer sous forme paramétrique. Par conséquent, les divers paramètres calculés vont permettre de décrire, de caractériser, de segmenter et d'analyser les images. Selon la situation, l'analyse sera tantôt globale ou locale. Malgré son importance en traitement d'images, la texture ne présente pas de définition précise universelle à ce jour.³⁸

Un grand nombre de méthodes existe pour la discrimination de textures. Cependant, il est possible de les regrouper en deux grandes familles : les méthodes statistiques et les méthodes structurelles. Dans la première, représentée entre autres par les nombreux travaux d'Haralick dans ce domaine, la texture est considérée comme étant un phénomène à deux dimensions. Les caractéristiques requises sont obtenues par des approches telles que les matrices de co-occurrence, la fréquence spatiale, la corrélation ou les modèles paramétriques.³⁹

Quant aux méthodes structurelles, elles caractérisent la texture par des primitives élémentaires appelées texels et par l'arrangement spatial de ces primitives. Même si elles sont apparemment plus proches de la manière dont le système visuel opère, les méthodes structurelles sont souvent plus complexes que les méthodes statistiques. Elles réagissent de manière aléatoire quand elles rencontrent des textures faiblement structurées comme l'herbe, le feuillage ou la laine par exemple.⁴⁰

Gagalowicz propose une synthèse des deux approches en considérant « la texture comme une structure spatiale constituée de l'organisation de primitives (ou motifs de base) ayant chacune un

³⁸ ATTIA Dhouha, « Segmentation d'images par combinaison adaptative couleur-texture et classification de pixels : Applications à la caractérisation de l'environnement de réception de signaux GNSS », Thèse de Doctorat, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2013.

³⁹ HARALICK Robert M., « Statistical and structural approaches to texture », *Proceedings of the IEEE*, Vol. 67, n°5, 1979, p. 787-804.

⁴⁰ TOMITA Fumiaki, SHIRAI Yoshiaki, TSUJI Saburo, « Description of textures by structural analysis », *IEEE PAMI*, Vol. 4, n° 2, 1982.

aspect aléatoire ». ⁴¹ Il semblerait que l'approche statistique soit mieux adaptée à une approche neuronale notamment. « En effet, l'expérience montre que les réseaux de neurones présentent leurs pleines potentialités lorsqu'il s'agit de traiter des données floues, bruitées, partiellement incohérentes. Lorsque les données à traiter sont de haut niveau (ce qui sera le cas avec une approche structurée), une approche système expert est généralement supérieure. De plus, un grand nombre de textures naturelles peuvent être vues comme des champs aléatoires. » ⁴²

La création de plusieurs bases de données d'images de « textures couleur » démontre l'intérêt grandissant de la communauté scientifique concernant l'analyse de celles-ci. La nécessité de disposer de bases de références communes témoigne de cette importance. La base Brodatz est devenue la base de référence des textures monochromes par exemple. ⁴³

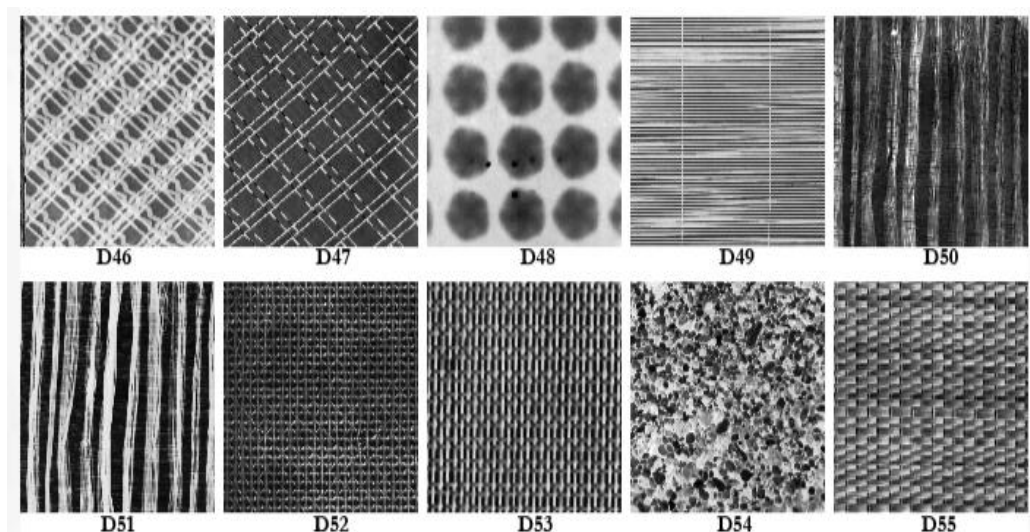


Figure 13 : Extraits de textures de la base de Brodatz.

La base *VisTex* est une autre collection d'images couleur de textures représentatives de ce que l'on peut trouver dans le monde réel. ⁴⁴ L'étude de la texture des objets d'une image peut avoir des

⁴¹ GAGALOWICZ André, « Vers un modèle de textures », Thèse d'état, Université Pierre et Marie Curie, 1983.

⁴² BUREL Gilles, « Réseaux de neurones en traitement-Des Modèles théoriques aux Applications Industrielles », Thèse d'état, Université de Bretagne occidentale, 1991.

⁴³ BRODATZ Phil, *Texture: a photographic album for artists and designers*, New York, Dover Publications, 1966.

⁴⁴ FERNANDEZ-MALOIGNE Christine, MACAIRE Ludovic, ROBERT-INACIO Frédérique, *Imagerie numérique, avancées et perspectives pour la couleur*, Paris, Lavoisier, 2012, p. 227-234.

objectifs très divers : obtenir des informations sur la nature d'un objet, segmenter l'image en régions homogènes, améliorer la qualité de l'image (restauration), identifier la texture afin de la réduire à un ensemble de paramètres (compression d'images) etc...

8. La texture et la photographie

En photographie, la texture se définit comme un outil visuellement dynamique qui sert à accentuer les grains de la surface d'un objet. Elle est la structure même de la matière dont les éléments ne sont pas distinguables à l'œil nu. Ainsi, par extension, une texture désigne toute image représentant une surface d'aspect irrégulier qui ne représente rien d'autre que cette matière. C'est pourquoi la texture se rattache davantage au sens du toucher qu'à celui de la vue, car une photo de texture réussie est une photo que l'on a envie d'effleurer. La lumière est essentielle pour rendre compte de la texture. Selon Jacques Fontanille, la texture et sa relation avec la lumière est entièrement déterminée par la dichotomie représentation versus ostension et s'incarne dans le concept de « lumière-matière ».⁴⁵ Dans le cas de la texture ostensive, la lumière rencontre les différentes discontinuités de surface et produit des ombres. Dans l'autre cas, la lumière représente les différences tonales. Ce qui ne relève pas du tout de la même perception, l'une est bien réelle tandis que l'autre est fictive. La texture serait comme une « fiction du matériau de l'objet (verre, métal, etc.) » pour reprendre une expression de la sémioticienne Anne Beyaert.⁴⁶

La texture d'une photographie dépendra aussi de la pellicule utilisée. Selon la nature du grain, le rendu de la texture sera très différent : un photographe choisira toujours sa pellicule en fonction de l'environnement dans lequel ses photos seront prises, c'est-à-dire avec peu ou beaucoup de lumière et en fonction du type de texture qu'il désirera obtenir. La taille du grain photographique dépend de

⁴⁵ FONTANILLE Jacques, *Sémiotique du visible. Des mondes de lumière*, Paris, P.U.F., 1995.

⁴⁶ BEYAERT Anne, « Texture, couleur, lumière et autres arrangements de la perception ». *Protée*, Vol .3, n°3, 2003, p. 81-90.

la sensibilité du film à la lumière. Moins un film est sensible, plus son grain sera fin. La sensitométrie permet de mesurer de manière scientifique la réaction d'une pellicule à la lumière, le seuil de sensibilité à partir duquel elle réagit et d'en tracer la courbe. Cette sensibilité est codifiée par la norme ISO (International Standards Organisation) qui regroupe les deux anciens systèmes les plus utilisés : ASA (American Standards Association) et DIN (Deutsches Institut für Normung).

Dans un souci de conserver ou d'archiver des photos, la composition de la texture est primordiale afin de connaître l'origine d'une photographie d'art notamment. Pour s'assurer de l'authenticité ou de l'origine d'une photographie d'art, les conservateurs de musée ou les experts spécialisés examinent une à une les oeuvres, et les comparent à des photographies de référence.

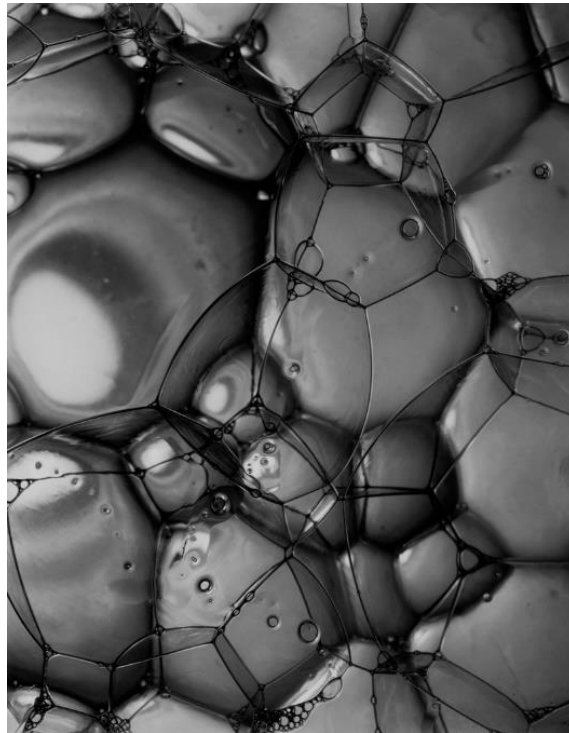


Figure 14 : Berenice Abbott, *Soap Bubbles*, 1945-46, New York.

L'inspection des caractéristiques visuelles et tactiles de la texture du papier photographique permet de s'assurer que deux photos différentes ont bien été tirées sur des feuilles produites par un même fabricant, grâce à l'utilisation d'une quantification de l'évolution de la rugosité de la texture

sur tout un continuum d'échelle.⁴⁷ La texture de la surface du papier photographique est une caractéristique essentielle de sa fabrication, de sa commercialisation et de son utilisation.

9. La texture et le texte

Dans ce contexte, de façon générale, la texture correspond à la manière de disposer les différentes parties d'une œuvre (poème, texte, etc.). Plus précisément, le linguiste Jean Michel Adam, auteur de nombreux ouvrages de linguistique textuelle, s'est particulièrement intéressé à cette notion de texture.

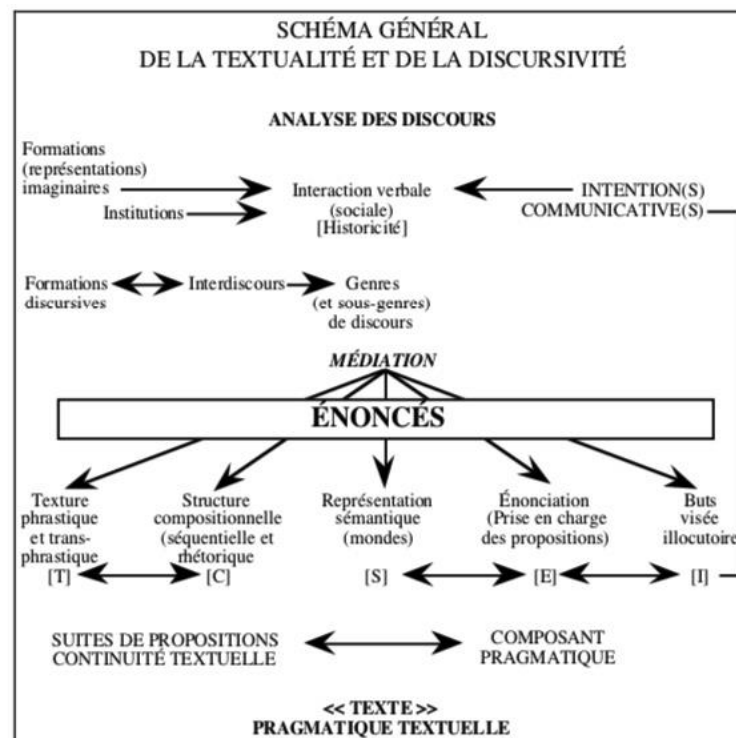


Figure 15 : Schéma général de la Textualité de Jean Michel Adam.⁴⁸

⁴⁷ RICHARD JOHNSON C., MESSIER Paul, SETHARES William A., KLEIN Andrew G., BROWN Christopher A., HOANG DO Anh, KLAUSMEYER Philip A., ABRY Patrice, JAFFARD Stéphane, WENDT Herwig, ROUX Stéphane, PUSTELNIK Nelly, VAN NOORD Nanne, VAN DER MAATEN Laurens, POSTMA Eric, CODDINGTON James, DAFFNER Lee Ann, MURATA Hanako, WILHELM Henry, WOOD Sally et MESSIER Mark, « Pursuing automated classification of historic photographic papers from raking light image ». *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 53, n°3, 2014, p. 159-170.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 16.

Rappelons que la problématique du texte renvoie à la problématique de la parole chez Saussure notamment ⁴⁹, comme le souligne le sémanticien François Rastier :

La façon la mieux éprouvée de réduire Saussure, c'est d'en faire un théoricien de la Langue, alors même que la valeur est déjà un phénomène contextuel, et qu'il envisageait explicitement dans ses cours deux linguistiques complémentaires, celle de la langue et celle de la parole. ⁵⁰

Pour Adam, le discours est une pratique discursive qu'il faut étudier dans sa dimension communicationnelle-discursive, d'une part, et dans sa dimension textuelle, plus purement linguistique, d'autre part. « C'est ce qu'illustrent les deux parties du schéma général de la textualité (cf. figure ci-dessous) et de la discursivité, parties aussi inséparables, pour reprendre l'analogie saussurienne, que le recto et le verso d'une feuille de papier. » ⁵¹

Jean Michel Adam explique que la grammaire de phrase et la grammaire de texte sont responsables de ce qu'il appelle la « texture phrastique et transphrastique » (cf. schéma ci-dessous).

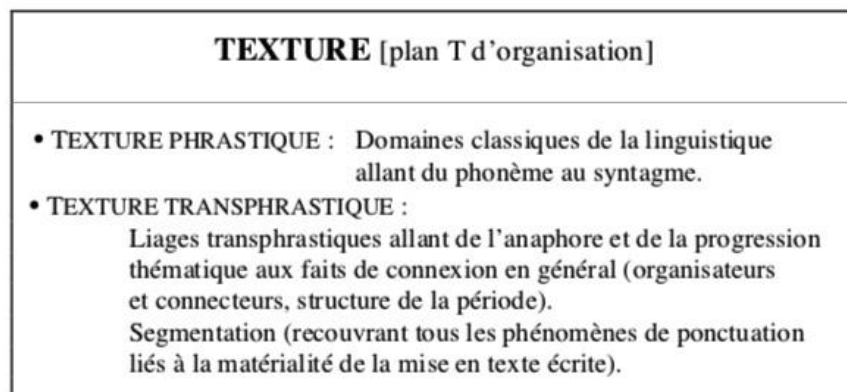


Figure 16 : Plan d'organisation de la texture. ⁵²

⁴⁹ SAUSSURE Ferdinand de, *Écrits de Linguistique générale*, Texte établi et édité par S. Bouquet et R. Engler, Paris, Gallimard, 2002.

⁵⁰ RASTIER François, *Le silence de Saussure ou l'ontologie refusée*, éd. Bouquet, 2003, p. 24.

⁵¹ ADAM Jean Michel, « Une alternative au "tout narratif" : les gradients de narrativité », *Recherche en Communication*, Vol. 7, 1997, p. 15.

⁵² *Ibid.*, p. 17

Pour le philosophe Jacques Derrida, la notion de texture est fondamentale. Il nous conduit à voir la texture du texte et la texture du sens en utilisant trois métaphores : la métaphore géologique de la « couche », la métaphore textile du « tissu » et de la « couture », et enfin la métaphore organique de la « greffe ». Toutes ces métaphores sont intimement liées, donc impossible de les traiter séparément.⁵³ Joseph Igor Moulenda nous relate que pour Derrida, « la structure du sens et du langage en général, est semblable à celle d'un tissu, composée d'un enchevêtrement inextricable de fils. »⁵⁴ Cette métaphore du « tissu » est très important pour le philosophe car « tissu veut dire texte ».⁵⁵ Comme aucun tissu n'est tissé d'un seul fil :

C'est donc à la manière d'un tissu que Derrida décrit la texture d'un texte comme rapport irréductible et inextricable de différents fils entrelacés les uns sur les autres, agissant les uns sur les autres et jamais les uns sans les autres. Tout ceci se fait à la manière dont se tisse une toile d'araignée. Derrida dresse d'ailleurs un parallèle entre les notions de tissu, de toile, d'étoffe, de voile, en voyant en eux un seul trait commun, le tissage. A ce titre, aucun prélèvement, aucun démêlage, aucun isolement de fils n'est possible.⁵⁶

Finalement, le tissu comme support, matière ou modèle traverse toute l'histoire des arts : que ce soit en philosophie sous la forme de métaphore chez Derrida ou comme nous le verrons dans le chapitre suivant, sous forme d'analogies dans d'autres disciplines artistiques. Françoise Bort et Valérie Dupont l'ont magnifiquement démontré dans leur ouvrage *Textes, texture, textile. Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature* :

La racine étymologique qui lie la notion de texte au champ lexical du tissage établit un jeu d'échos entre la patience de Pénélope à défaire et refaire son ouvrage et le travail même du poète et l'image du tissage surgit encore, tout naturellement, dans la terminologie de Derrida pour

⁵³ DERRIDA Jacques, *La dissémination*, Paris, Seuil, 1972, p. 263.

⁵⁴ MOULENDA Joseph Igor, « Par-delà le sens, l'écriture et le texte. Jacques Derrida », *Controverses, Revue spécialisée de philosophie*, ENS, Libreville, Editions Oudjat, 2016.

⁵⁵ DERRIDA Jacques, *Marges de la philosophie*, Paris, Minuit, 1972, p. 191.

⁵⁶ *Ibid.*, MOULENDA J.I., p. 13.

définir ce qui fait l'essence même d'un texte.⁵⁷

10. La texture et les textiles

Depuis toujours, dans chaque région du monde existe des tissus, des textiles divers et variés, fabriqués selon des processus plus ou moins élaborés. Ces procédés de fabrication proviennent de deux matériaux naturels, à savoir les matériaux d'origine animale ou végétale. Dans la première catégorie, « nous pouvons citer la laine, la soie, la peau, les tendons, les écailles de poisson et les plumes. Les matières végétales correspondront au coton, lin, chanvre, ramie, graines, écorce. »⁵⁸ Aujourd'hui, les fibres synthétiques que nous connaissons, sont obtenues par synthèse moléculaire. À chaque matière est associée une action particulière : tissage, peignage, traction, tension, etc. Toutes ces manipulations correspondent à un grand nombre de traitements produit par les hommes de tout temps et de toutes origines sur des fibres naturelles, cultivées ou artificiellement produites.⁵⁹ Erik Orsenna en témoigne dans son ouvrage *Voyage Aux Pays du Coton : Petit Précis de la Mondialisation* : « Pour comprendre les mondialisations, celles d'hier et celle d'aujourd'hui, rien ne vaut l'examen d'un morceau de tissu. Sans doute parce qu'il n'est fait que de fils et de liens, et des voyages de la navette ».⁶⁰ De cette façon, la texture d'un tissu est déterminée par la fibre, le fil, la structure (c'est à dire le tissage, le tricot, etc.) et la finition. Les fibres sont les plus petits composants d'un tissu, néanmoins leurs caractéristiques influencent considérablement la texture. Par exemple, la laine donne généralement des textures douces tandis que le lin donne des textures nettes. De courtes longueurs de fibres discontinues ou de longues fibres continues à filaments, sont torsadées pour former des fils. Le type de fibre, leur procédé d'assemblage et la quantité de torsion du fil peuvent être modifiés pour

⁵⁷ BORT Françoise, DUPONT Valérie, *Texte, texture, textile, Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature*, Editions universitaires de Dijon, 2013, extrait de la présentation de l'éditeur.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 14.

⁵⁹ LE GOUIC Jean-Claude, « Sheila Hicks, Cheminements en sensualités textiles », *Textile art revue*, mars 2018.

⁶⁰ ORSENNA Erik, *Voyage Aux Pays du Coton : Petit Précis de la Mondialisation*, Paris, Fayard, 2006, p. 17.

produire différentes textures.

La structure du tissu peut être tissée (ensemble de fils insérés à angle droit par rapport à un autre ensemble qui est tendu), tricotée (série de points de boucle inter-bloquants), non tissée (bande de fibres synthétiques comme la résine, la chaleur et la pression, ou l'aiguilletage), ou d'autres constructions telles que le feutre ou la dentelle. La manière dont les fils sont combinés dans la structure du tissu détermine des aspects de texture tels que le poids, la souplesse, la fermeté ou la compressibilité, ainsi que les caractéristiques de stabilité ou d'étirement du tissu.

L'artiste américaine Sheila Hicks, sculptant le textile depuis plus de 50 ans, a fait l'objet d'une magnifique exposition au Centre Pompidou à Paris, au printemps 2018. Certaines propriétés de la matière textile, à savoir la texture et la couleur qui attirent les regards, vont devenir les points centraux du travail de cette artiste. On peut remarquer combien la texture du textile participe du sentiment de la couleur.



Figure 17 : Sheila Hicks, *The Silk Rainforest* (fils de soie), 1975, silk, linen, and cotton, (243.8 x 685.8 x 7.6 cm), Smithsonian American Art Museum.

La perception sensible du coloris teint est totalement différente de ce qui se rencontre dans d'autres arts : l'artiste n'utilise pas les pigments, comme un peintre, mais des matières le plus souvent déjà colorées dont l'éblouissement dépend de la nature du matériau. Les différences de teintes seront multiples puisqu'un même colorant n'imprènera pas de la même manière de la laine, du coton, du lin

ou de la soie. Elle explique d'ailleurs ceci à propos de ses installations :

Le textile est un moyen incomparable pour construire le dialogue avec l'autre. Chacun peut venir ici, s'asseoir, commencer la conversation tout en manipulant des fibres. Il n'y a pas une bonne manière de faire ou une mauvaise. Vous pouvez tisser de manière incorrecte et quelque chose en sortira, un « bâtard » très intéressant. Bien sûr les couleurs et les textures sont très importantes dans ce que je fais. Il y a un aspect expérimental. Il y a de l'humour mais c'est aussi une chose sérieuse. Il faut faire l'effort de comprendre comment ça fonctionne.⁶¹

Les gestes de tisser, de broder, de coudre etc., se retrouvent dans le travail d'un grand nombre d'artistes venant d'horizons très différents, que ce soit chez Ghada Amer, Mona Hatoum ou encore Hella Jongerius.

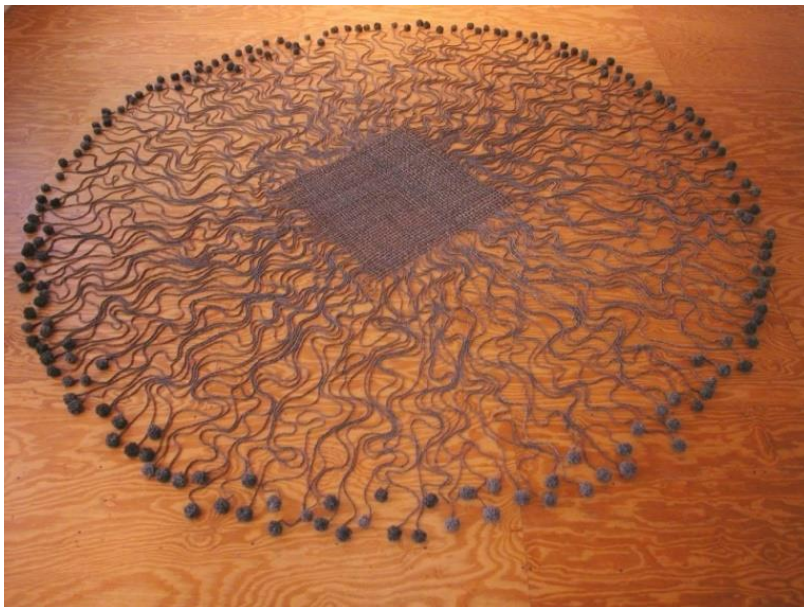


Figure 18: Mona Hatoum, *Pom Pom City*, 2002, Natural wool, (5,1 x 365,8 cm),
The Barbara Lee Collection of Art by Women.

L'artiste libanaise Mona Hatoum aime travailler les matériaux et employer des techniques traditionnelles comme la broderie, le tissage sur métier, la pratique des nœuds.

⁶¹ Dossier de presse : « Sheila Hicks au festival d'Automne », propos recueillis par Clément Dirié, juin 2016.

L'exposition *Entrelacs, une recherche tissée* de l'artiste néerlandaise Hella Jongerius se déroule en ce moment à la Fondation *Lafayette Anticipations* à Paris (du 7 juin-8 septembre 2019). Elle a conçu tout un projet autour du textile et du tissage. Hella Jongerius compte aujourd'hui parmi les figures les plus importantes du design international. Au sein du *Jongeriuslab*, basé à Berlin, ses recherches théoriques et expérimentales portent conjointement sur la couleur, le matériau et les textures explorées à l'infini. Dans ces méandres de textiles, des morceaux hybrides de différentes épaisseurs et textures – tressés, rembourrés ou effilochés provoquent une vibration qui frôle l'illusion perceptive. Dès cette installation monumentale et radicale, l'ambition de la designer Hella Jongerius est annoncée : transformer la fondation Lafayette Anticipations en un immense atelier explorant les riches et nombreuses potentialités du fil. Ainsi, les visiteurs sont amenés à suivre la designer et son équipe dans l'entièreté du bâtiment : un métier monumental de 16 mètres de haut nous accueille dès le hall d'entrée.

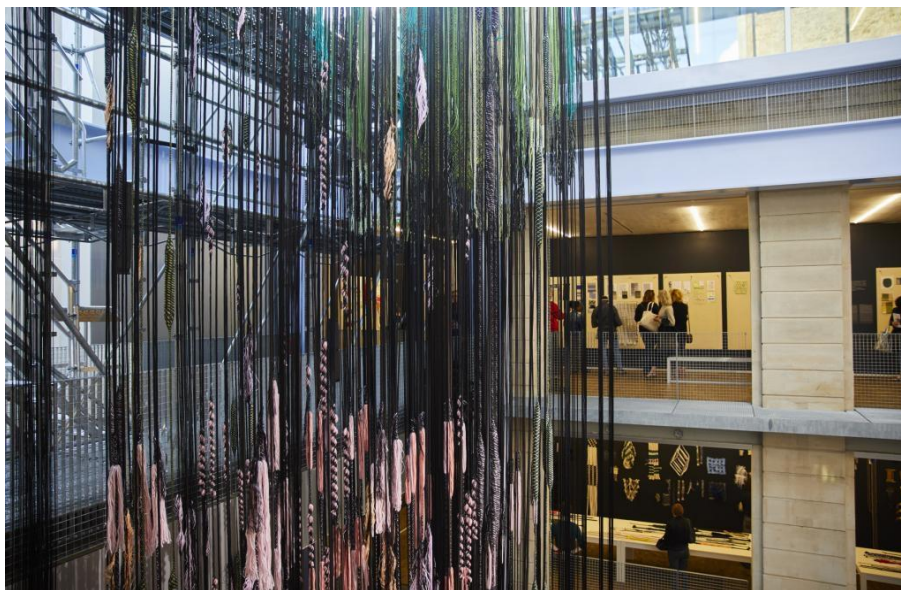


Figure 19: Vue d'exposition : Hella Jongerius, *Entrelacs, une recherche tissée* (2019), Lafayette Anticipations, Paris © Valentin Le Cron.

Au 1er étage, trois personnes actionnent simultanément un second métier, sans couture, en vue de créer des objets textiles en trois dimensions. Avec lui, on découvre l'une des particularités de

cette exposition : ouvrir l'atelier au public pour y montrer toute la journée, les designers en plein travail. Le métier Jacquard, au deuxième étage, explore quant à lui une technique tout à fait contemporaine : la création de tissages à partir de fichiers numériques, où chaque pixel se transpose en croisure de fil.



Figure 20: Vue d'exposition : Hella Jongerius, *Entrelacs, une recherche tissée* (2019).
Lafayette Anticipations, Paris © Roel van Tour.

11. La texture des peintres

Kandinsky, dans son célèbre cours du Bauhaus, expose son système d'analogies sensorielles :

Le jaune est dur et piquant ; le bleu, doux et simple. Le jaune est résistant contrairement au bleu qui se rapproche du velours. Le jaune évoque l'écharde, le clou, le couteau et l'épine. Son goût est acide tandis que celui du bleu, insipide, rappelle la figue fraîche. L'odeur du jaune pique comme l'oignon, le vinaigre ou les acides. Le bleu, en revanche, est aromatique comme la violette. S'il est un son, le jaune aigu et pénétrant, chanterait comme un canari. La fanfare est jaune mais les sons profonds du bleu s'apparentent à l'orgue.⁶²

⁶² KANDINSKY Vassily, *Du spirituel dans l'art dans la peinture en particulier*, trad. Française de P. Volboudt, Paris, Denoël-Gonthier, 1969 (1954), p. 96 ; *Ecrits complets, La synthèse des arts*, édition établie par P. Sers, Paris, Denoël-Gonthier, 1975, p. 206. Nous nous référons également à l'article écrit par Anne Beyaert-Geslin, « Modernité et synesthésies », dans *VISIBLE*, n°1, *La diversité sensible*, PULIM, 2006, p. 25-36.

Deux grandes oppositions naissent de sa théorie des couleurs : chaleur versus froideur et clarté versus obscurité. Ici Jaune versus Bleu. Au-delà des qualités spirituelles et mystérieuses de la couleur, des pratiques artistiques nouvelles apparaissent au XX^{ème} afin de souligner « sa texture et sa chair ». ⁶³ Le peintre travaille sa couleur, manipule sa pâte, sa matière à l'effigie d'un sculpteur avec sa glaise. Tous les deux adaptent leurs outils et leurs gestes à l'effet désiré. Ils transcrivent visuellement une sensation tactile. L'épaisseur de la couche pigmentaire redonne à la peinture toute sa matérialité. Chez Monet, Cézanne, ou chez Van Gogh, la texture devient une véritable priorité. Il suffit de penser à *Nuit étoilée* où les couleurs vives et les textures épaisses des arbres et des bâtiments semblent palpiter de vie. Ce tableau révèle les coups de brosse expressifs et puissants du peintre hollandais. En effet, l'énorme spirale centrale semblable à une vague, envahit cette œuvre. Van Gogh a certainement voulu faire référence à l'astronomie très en vogue à cette époque pour laquelle il vouait une véritable passion. Des astrophysiciens ont d'ailleurs constaté que les étoiles et la lune représentées dans *La nuit étoilée* correspondaient à la configuration céleste visible à Saint-Rémy-de-Provence le 25 mai 1889. Ici, Vincent Van Gogh applique une texture rugueuse d'une manière irréaliste pour rendre une image émotionnellement active et esthétiquement dynamique à l'extrême.

D'ailleurs, fasciné par la peinture de Van Gogh et notamment par la texture émanant de ses toiles, Henri Dutilleul a été complètement séduit en découvrant *Nuit étoilée* par l'atmosphère s'en dégageant. Ainsi, il a composé en 1978, *Timbres, Espace, Mouvement*. Ce « mouvement » singulier qui agite le ciel correspond à un des éléments fondateurs transposé dans la musique du compositeur. C'est du reste ce qu'il a choisi de faire en l'incluant dans le titre de son œuvre :

Dans *Timbres, Espace, Mouvement* [...] que j'ai écrit en 1978 pour l'Orchestre de Washington, j'ai composé très rapidement, au contraire de mes habitudes, mais avec une extrême rigueur dans le choix de la formule orchestrale. Mon inspiration a été une toile de Van Gogh, *La nuit étoilée*, où l'espace et la vie se trouvent dans le délire des étoiles. Ma composition n'est pas une

⁶³ MAURIAL Sandrine, « États de couleur entre pigment-matière et pixel-lumière », *Traitement du signal*, Vol. 21, numéro spécial *L'image numérique couleur*, 2004, p. 373-384.

illustration du tableau, mais j'ai éliminé les violons et les altos de mon orchestre afin de recréer ce mouvement d'espace, ce choc émotif. Je me suis peu à peu aperçu que le graphisme de ma partition reprenait les spirales, les nébuleuses de la toile.⁶⁴



Figure 21 : Vincent Van Gogh, *Nuit étoilée*, 1889, huile sur toile, (73 X 92 cm),
Musée d'art moderne à New-York.

Nous pouvons relever un grand nombre de correspondances entre ces deux œuvres. Les combinaisons infinies de textures et de couleurs orchestrales sont corrélées magnifiquement avec les couleurs employées par le peintre. Cependant Dutilleux n'a cessé de vouloir s'en détacher :

Je désirais écrire quelque chose qui évidemment ne serait pas, servilement, une illustration musicale. Je trouve que la musique doit rester à sa place, ne pas être reléguée au second rôle ; d'autre part, c'est un peu faire "de l'art sur l'art" et Van Gogh se suffit à lui-même. [...]C'est étrange de penser que lui, Paul Jenkins, peintre new-yorkais, a entendu cette œuvre, Timbres, Espace, Mouvement ; il a écouté des enregistrements et, à partir de là, il a imaginé quelque chose de très différent de l'original, bien sûr... Il m'a un peu, si vous voulez, délivré de cette obsession

⁶⁴ DUTILLEUX Henri, *Le Nouvel Observateur*, rubrique « Le Musée égoïste », octobre 1984, reproduit dans la note de programme du concert de l'Orchestre de Paris, 1er et 2 juillet 1995, Cité de la Musique.

de Van Gogh : en écoutant cette musique, je pensais toujours à lui. ⁶⁵

A son tour, le peintre new-yorkais, Paul Jenkins, s'est lui-même inspiré de *Timbres, Espace, Mouvement* pour une de ses toiles. Le fait de s'inspirer d'une œuvre qui s'inspire elle-même d'une autre, démontre cette singulière et infinie correspondance entre les arts et souligne son alchimie. L'importance de la texture dans l'art visuel du XX^{ème} est considérable. Anne Beyaert nous éclaire sur ce sujet dans son article, *Texture, couleur, lumière et autres arrangements de la perception*.⁶⁶ Cette critique d'art, spécialisée en sémiotique dans l'art du XX^{ème} siècle et les médias (photo-journalisme et image numérique) en souligne la portée. Selon la description de Fernande Saint-Martin, une autre sémioticienne, d'un côté, la texture est une « *fiction du monde* » offerte à la perception, de l'autre, c'est une propriété de la surface. Elle explique :

[...] l'art figuratif a [...] largement exploité les possibilités fictionnelles de la représentation de l'expérience tactile par l'élaboration de textures picturales dissociées de leur référence. Souvent, une matière relativement lisse donnera, par le jeu des tonalités, des éclairages, des glissements entre formes et couleurs, l'illusion de textures rugueuses, chaotiques, poilues, etc. ⁶⁷

Cette conception de la texture se rapproche sans ambiguïté de celle définie par le Groupe μ . Dans leur célèbre *Traité du Signe Visuel* (1992)⁶⁸, les chercheurs belges abordent la texture selon trois grandes modalités : le support, la matière et la manière. Ainsi, selon la nature du matériau (pigments en poudre, liant, résines encre, etc.), le support (sur bois, verre, toile, carton, papier etc.) et les différentes techniques utilisées par l'artiste, les résultats seront multiples. La texture varie donc indéfiniment en fonction de ces trois éléments.

Il suffit de penser à Jackson Pollock (1912-1956) qui a utilisé entre autres la technique de

⁶⁵ DUTILLEUX Henri, *Constellations : entretiens / Henri Dutilleux*, Martine Cadieu, avant-propos de Jean Roy. Paris, M. de Maule, 2007.

⁶⁶ BEYAERT Anne, « Texture, couleur, lumière et autres arrangements de la perception. » *Protée*, Vol. 31, n°3, 2003, p. 81-90.

⁶⁷ SAINT-MARTIN Fernande, *Sémiologie du langage visuel*, Sillery, Presses de l'Université du Québec, 1987, p. 68.

⁶⁸ Groupe μ , *Traité du signe visuel. Pour une rhétorique de l'image*, Paris, Le Seuil, 1992, p. 70.

projection, qui consiste à projeter de la peinture à distance sur un support. Jackson Pollock tient véritablement une place à part dans l'*Action Painting* (peinture gestuelle).



Figure 22: Jackson Pollock dans son atelier.

Ce terme fut utilisé pour la première fois par le critique d'art, Harold Rosenberg dans l'article *American Action Painters*, publié dans le numéro de décembre 1952 d'*Artnews* :

A un certain moment, les peintres américains [...] commencèrent à considérer la toile comme une arène dans laquelle agir, plutôt que comme un espace dans lequel reproduire, recréer, analyser ou “exprimer” un objet réel ou imaginaire. Ce qui devait passer sur la toile n’était pas une image, mais un fait, une action.⁶⁹

Au demeurant, Jackson Pollock fait le choix de s’exprimer sur des toiles de très grands formats, nécessaires pour la réalisation de sa technique appelée le *dripping*. Même si la paternité de ce terme ne lui revient pas complètement, car d’autres l’ont expérimenté avant lui, comme Miró ou Picabia notamment, cette technique artistique lui est finalement attribuée.

Pour cela, ce que l’on distingue sur la figure 22, Pollock utilise des boîtes avec des fonds percés qui lui permettent de répartir la peinture sur sa toile, tout en superposant des coulures obtenues par un bâton qu’il trempe et sort d’un récipient dans une sorte de transe chamanique. En fin de compte,

⁶⁹ ROSENBERG Harold, « Les peintres d’action américains » (1952), in Charles Harrison et Paul Wood (ed.), *Art en théorie 1900-1990*, Hazan, 1997 pour la traduction française, p. 644.

ses gestes sont au service de la texture, de la matière. C'est une véritable chorégraphie : cette technique picturale implique le mouvement du corps tout entier.

Willem de Kooning se rapproche de Pollock dans sa peinture avec ses coups de pinceaux très spontanés. Il est un des plus grand maître de l'expressionnisme abstrait. Comme beaucoup d'œuvres de De Kooning datant de la fin des années 1940 et des années 50, la série des *Woman* est remarquable pour sa texture et son illusion de profondeur, qui résulte en grande partie des matériaux choisis par l'artiste.



Figure 23: William De Kooning, 1952, *Woman II*, huile et fusain sur toile, (149.9 x 109.3 cm).

Comme dans d'autres œuvres de l'époque, De Kooning se plaît à ajouter à ses peintures des matériaux grossiers et granulaires, accentuant la rugosité de ses toiles. Des échantillons pigmentaires ainsi que des analyses microscopiques ont permis de révéler qu'il avait mélangé du quartz, probablement du sable et des petits cailloux.

Dans une autre démarche tout aussi singulière, le *Colorfield*, littéralement « champ coloré », émergea en réaction ou parallèlement à l'*Action Painting*. Ce terme fut utilisé pour la première fois par le critique d'art Clement Greenberg, dans son célèbre essai, *Modernist Painting* (1960).⁷⁰ Il y

⁷⁰ GREENBERG Clement, *Modernist Painting*, Washington, D.C., in Forum Lectures (Voice of America), 1960

développe l'idée selon laquelle la peinture se doit de retrouver son intégrité par l'aspect minimaliste et conceptuel de la démarche d'artistes comme Mark Rothko, Barnett Newman ou encore Adolph Gottlieb.



Figure 24: Barnett Newman, *Onement III* (1949), huile sur toile, (182.5 x 84.9 cm), Musée d'Art Moderne à New-York.

Cette autre école du geste amène un sentiment de profondeur, une sorte d'expérience spirituelle. De son côté, la sémioticienne Anne Beyaert définit la texture comme une « répétition d'unités produisant une discontinuité tonale ».⁷¹ Cette conception est intéressante car elle permet de dégager la texture de toutes les connotations d'épaisseur qui lui sont attachées : « une texture peut être épaisse et satisfaire une conception « matiériste » à la façon de Tàpies, par exemple, mais elle peut tout aussi, sans sacrifier sa définition, présenter la fine granulosité d'une peinture de Rothko ».⁷²

⁷¹ BEYAERT Anne, « De la texture à la matière », *Protée*, Vol. 36, n°2, 2008, p. 104.

⁷² *Ibid.*, p. 103.

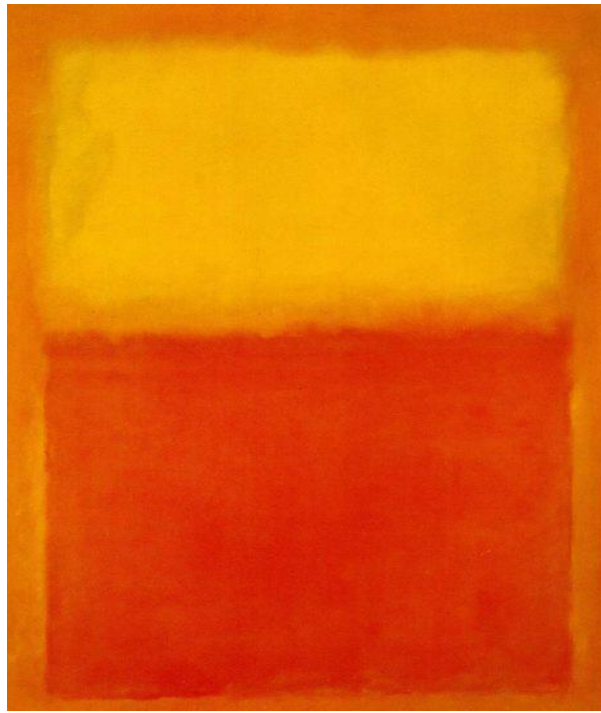


Figure 25: Mark Rothko, *Orange and Yellow* (1956), huile sur toile, (231.1 x 180.3 cm), Albright-Knox Art, Buffalo (États-Unis).

Elle poursuit en soulignant que « Dubuffet s'est efforcé de rendre compte de cette coopération qui caractérise la texture en peinture. »⁷³ « L'art doit naître du matériau et de l'outil et doit garder la trace de l'outil et de la lutte de l'outil avec le matériau. L'homme doit parler mais l'outil aussi et le matériau aussi ».⁷⁴ La texture correspondrait ici à « la trace ».

Avant de terminer ce chapitre, il nous semble important de mentionner un autre illustre représentant de la texture-matière, Pierre Soulages. Pendant des décennies, il a travaillé avec un même et unique noir, qu'il a nommé « l'outrenoir ». Il l'applique à la brosse et au spalter pour dessiner la matière, lui donner une texture. C'est la lumière qui donne toute sa force au travail de Soulages : elle accroche la peinture et, à travers les différentes textures créées, dessine d'infinies variations. Le spectateur est également impliqué dans cette perception de la texture car les reflets du tableau changent avec ses déplacements. La mobilité du spectateur a pour effet de multiplier les points de vue

⁷³ *Ibid.*, p. 101.

⁷⁴ DUBUFFET Jean, *L'Homme du commun à l'ouvrage*, Paris, Gallimard, 1973, p. 25.

et contribue à élargir l'espace de rencontre entre le spectateur et la peinture.



Figure 26: Pierre Soulages, *Peinture*, 9 mars 2014, Acrylique sur toile, (57 × 81 cm),
© Pierre Soulages, Photo : Vincent Cunillère, Courtesy Galerie Karsten Greve Köln, Paris, St Moritz.

Chapitre 2 : Texture et musique du point de vue musicologique classique

Selon Thomas Messenger, la notion de texture serait apparue dès l'époque de la Renaissance. Des compositeurs de la période Tudor, tels que Robert Fayrfax (1464-1521), Nicholas Ludford (1485-1557) ou encore John Taverner (1490-1545) pensent déjà la texture dans leur écriture, sans pour autant se référer au concept. Ici elle serait plus comparable à l'idée de « couleur ». Cette association Texture-couleur est utilisée pour apporter des éléments d'analyse dans la messe de Fayrfax : « La messe de Fayrfax composée durant les vingt premières années du XVI^{ème} siècle montre une utilisation très sophistiquée du traitement de la texture-couleur, ce qui a une importance vitale pour la compréhension de la structure à quatre mouvements de la messe » selon Messenger.⁷⁵

Ce terme est tout à fait novateur, ce qui pourrait expliquer le temps qu'il a fallu pour le définir. Il n'apparaît pas dans les dictionnaires de références que nous connaissons, comme dans le *Oxford English dictionary* (1933) ni dans le *Grove Dictionary of Music and Musicians* (1954), ni dans l'*Encyclopédie Fasquelle* (1958-1961). Ce sera seulement dans les années 1980 qu'une première définition claire de la texture sera énoncée dans le *New Grove Dictionary of Music and Musicians*, édité par Stanley Sadie : « *Texture is a term used loosely when referring to any of vertical aspect of a musical structure, usually with regards to the way in which individual parts or voices are put together* ». ⁷⁶ Cette définition tardive est probablement corrélée avec le plein essor de la musique contemporaine.

⁷⁵ MESSENGER Thomas, « Texture and Form in the Masses of Fayrfax », *Journal of the American Musicological Society*, Vol. 24, n° 2, 1971, p. 282-286. « Fayrfax mess composed during the first twenty years of the sixteenth century, show a remarkably sophisticated treatment of texture /colour units which is of vital importance to a true understanding of their four-movement structure. »

⁷⁶ SADIE Stanley and TYRELL John, *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, Vol XVIII, Oxford University Press, 1980, p.709.

Au sein de ce courant, la texture décrirait la manière dont les éléments d'une chose se combinent, s'interconnectent ou s'entrelacent. Elle se réfère tant à la structure d'un corps ou d'une œuvre (forme) qu'à la disposition ou à l'interaction entre les particules qui le constituent (procédures), ou encore à la nature de celles-ci (paramètres). D'un point de vue linguistique, le terme « texture » ne comporte aucun antonyme. Il se présente comme un substantif associé à des adjectifs tels que « transparente », « claire », « foncée », « uniforme », « dense », « opaque », « rugueuse », « âpre », « diaphane » etc., et apparaît le plus souvent associé au concept de timbre. Si la polysémie de ce dernier nous permet d'approcher les qualités physiques d'un son et les aspects sémantiques d'une pièce ou d'un fragment musical, l'analyse des propriétés de la trame d'une texture polyphonique suscite une certaine ambiguïté conceptuelle.

1. La texture comme combinaison de lignes musicales : Dunsby, Benward and Saker, Berry, Lester

De manière générale, la texture concerne la manière dont les parties individuelles ou les voix sont assemblées (Benward & Saker, 2003).⁷⁷ Quatre types de textures émergent de cette définition :

- **La monophonie ou monodie** : une seule voix, un chant à l'unisson ou à l'octave, un solo d'instrument monodique.
- **La polyphonie** : superposition de deux ou de plusieurs voix indépendantes formant un ensemble homogène. L'indépendance porte principalement sur les mouvements mélodiques.
- **L'homophonie** : plusieurs voix émis à l'unisson strict, avec aussi parfois des doublures à l'octave.

⁷⁷ BENWARD Bruce & SAKER Marilyn, *Music: In Theory and Practice*, Vol. I. Seventh Edition, McGraw-Hill, New York, 2003, p.131. « In music, texture is the way the melodic, rhythmic and harmonic materials are combined in a composition ».

- **L'hétérophonie** : superposition d'une mélodie à ses propres variations (nuances, ornements, légers décalages rythmiques, mélismes étendus, etc.). Ce type de texture est courante dans la musique orientale et africaine. Elle peut être utilisée comme procédé d'improvisation notamment dans le jazz.

Par exemple dans le *Scherzo* de la *Sonate en si majeur pour piano* de Schubert, nous pouvons retrouver plusieurs types de textures s'enchaînant rapidement.

Allegretto



Figure 27: Texture monophonique (mesures 1 à 4).



Figure 28: Texture homophonique (mesures 5 à 10).



Figure 29: Texture polyphonique (mesures 11 à 20).

La monodie et la polyphonie correspondent plus à la dimension horizontale de l'écriture. Leur organisation est linéaire comme dans l'écriture contrapuntique (canon et fugue). En revanche, l'homophonie et l'hétérophonie se rapportent à la dimension verticale, elles privilégient la pensée harmonique (cf., exemple de Schubert).

Afin d'illustrer au mieux notre propos, voici d'autres exemples présentés dans *Music: In Theory and Practice* de Benward & Saker ⁷⁸:

- **Texture monodique :** ⁷⁹

Sequence: "Dies Irae."



Figure 30: Texture monodique simple.

Debussy: Sarabande from *Pour le Piano* (For the Piano), mm. 1-2.



Figure 31: Texture monodique étendue.

⁷⁸ *Op. cit.*, p. 31.

⁷⁹ Benward & Saker, *op. cit.*, p. 147.

- **Texture polyphonique :** ⁸⁰

Bach: Invention no. 5 in E-flat Major, BWV 776, mm. 1-2.



Figure 32: Deux lignes indépendantes.

- **Texture homophonique :**

Mozart: Symphony no. 40 in G Minor, K. 550, I: Molto Allegro, mm. 221-225.

Figure 33: Exemple de texture homophonique.

Plusieurs théoriciens ont tout particulièrement développé cette notion de texture. Dans son ouvrage *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music*,⁸¹ Joel Lester envisage les origines de la texture chez Mozart et chez Malher. Chez Dyson,⁸² l'écriture contrapuntique de Bach est un modèle texturale exemplaire. Même approche chez Larry Starr de l'université de Washington mais autour de

⁸⁰ *Op. cit.*, p. 148

⁸¹ LESTER Joel, *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music*, *op. cit.*, p. 89.

⁸² DYSON George, « The Texture of Modern Music », Oxford University Press, *Music & Letters*, Vol. 4, n° 2, 1923, p. 107-118.

la musique de Bartok.⁸³ Quant à Piston, dans son traité d'orchestration,⁸⁴ il a dénombré sept types de textures différentes : unisson orchestral, mélodie et accompagnement, mélodie secondaire, écriture en parties, texture contrapuntique, texture en accords, texture complexe.

Wallace Berry lui consacre un chapitre entier dans son ouvrage *Structural functions in music* (chapitre 2). Il considère que « la Texture est en partie conditionnée par le nombre de ses composants intervenant simultanément ou de manière consécutive, ses qualités étant déterminées par les interactions, interrelations ainsi mises en jeu ».⁸⁵ A partir d'exemples musicaux éclectiques allant de la Renaissance avec Josquin Desprez jusqu'à la musique du XXème avec Elliott Carter, Berry envisage différents cas de progression, récession et variation de texture en tant que facteurs structurels. Il explique que ces différents cas peuvent s'appliquer aussi bien au rythme qu'à l'espace, à la densité, à la délinéation de la forme, voire au style.⁸⁶

Berry a distingué l'aspect qualitatif de la texture de ses aspects quantitatifs. Pour cela, il a établi une typologie en dix catégories : polyphonique, homophonique, harmonique (accords avec des voix souvent homorythmiquement liées), doublure (homorythmiquement, homodirectionnellement et homointervalliquement associées), miroir (homorythmiquement, homointervalliquement associées), miroir (homorythmique, homointervalliquement, contradictoire), hétérophonique (homodirectionnel et hétérintervallique), hétérorhythmique, sonorité (caractère sonore global), contrepoint (interaction interlinéaire) et monophonique (une seule voix).⁸⁷

Quant à Charles Rosen, dans son ouvrage sur *Schœnberg*, il énonce « les innovations de textures les plus remarquables du compositeur autrichien qui intéressent trois aspects différents de cette notion à savoir : le rythme, la couleur orchestrale et l'espacement ou au contraire le resserrement de l'harmonie. »⁸⁸

⁸³ STARR Lawrence, « Melody-Accompaniment Textures in the Music of Bartók, as Seen in His *Mikrokosmos* », University of California Press, *The Journal of Musicology*, Vol. 4, n° 1, 1985-1986, p. 91-104.

⁸⁴ PISTON Walter, *Orchestration*, London, Victor Gollancz, 1955.

⁸⁵ BERRY Wallace, *Structural Functions in Music* (1976), 2de édition, Dover, Mineola, 1987, p. 184.

⁸⁶ BOSSEUR Jean-Yves, « Texture et matériau dans la pensée musicale contemporaine », *Analyse Musicale n°38*, Paris, février 2001.

⁸⁷ BERRY, *Op. cit.*, p. 192.

⁸⁸ ROSEN Charles, *Arnold Schœnberg*, Chicago, The University Press of Chicago, 1975; trad. fr.: Shoenberg, Paris,

2. La texture du point de vue des compositeurs

2.1. Arnold Schoenberg (1874-1951)

Dans son essai *Du Spirituel dans l'art*, le peintre Kandinsky affirme que « l'audition des couleurs est tellement précise qu'on ne trouverait certainement personne qui tente de rendre l'impression de jaune criard sur les basses d'un piano ou compare le carmin foncé à une voix de soprano. »⁸⁹ Le foisonnement de ses réflexions synesthésiques trouve évidemment de multiples échos dans les innovations techniques de l'époque, qui permettent l'entrée en jeu de la lumière dans la quête de visions sonores. À travers ces mots, Vassily Kandinsky nous révèle sa conviction au sujet des étroites résonances existant entre les arts. Une très belle rétrospective a particulièrement mis en évidence cela, au Centre Pompidou Metz en 2017, où de nombreuses textures sonores ont été intimement liées aux arts plastiques, depuis l'héritage du Bauhaus notamment (école d'art dont l'enseignement est basé sur le décroisement des pratiques artistiques et techniques). Un parcours *Musicircus*, en hommage à John Cage, a été créé par Emma Lavigne et Anne Horvath, commissaires de cette exposition : « De Alexander Calder à Arman, de Marcel Duchamp à Yves Klein, de Nicolas Schöffer à Cerith Wyn Evans, l'exposition est traversée de flux, dans un esprit de jubilation qui convoque et réactive l'esprit de l'œuvre collective et chaotique *Musicircus* de John Cage créée en 1967, où tout musicien est invité à jouer ou à performer dans une totale liberté au sein d'un orchestre ouvert à tous. »⁹⁰ Selon elles :

Parmi les nombreuses métaphores musicales employées par Kandinsky, le concept de « contrepoint » est décisif dans l'analyse de la composition, art de combiner la forme et la couleur.

Réalisée au Bauhaus, *Accent en Rose* révèle la grammaire picturale esquissée alors par l'artiste,

Minuit, 1979, p. 52.

⁸⁹ KANDINSKY Vassily, *Du spirituel dans l'art et dans la peinture en particulier*, éd. établie et présentée par Philippe Sers, Paris, Denoël, Gallimard, « Folio Essais », trad. de l'allemand par Nicole Debrand, trad. du russe par Bernadette Du Crest, 1989, p. 110.

⁹⁰ LAVIGNE Emma et HORVATH Anne, Dossier de Presse Musicircus, œuvres phares du Centre Pompidou/Musée National d'Art Moderne, 20/04/16-17/07/17, p. 4.

inspiré par son dialogue permanent avec Arnold Schoenberg qui le sensibilise à la théorie musicale.⁹¹



Figure 34: Vassily Kandinsky, *Akzent in Rosa (Accent en Rose)*, 1926, Huile sur toile, 100,5 x 80,5 cm, Centre Pompidou, Musée Nationale d'Arts Modernes, Paris.

Ainsi, l'opposition jaune-bleu est ici équilibrée grâce à la présence du cercle rose, rassurant et apaisant, tout en déplaçant la composition vers le haut, créant une tension qualifiée par Kandinsky de « lyrique ». Schoenberg échangea une longue et précieuse correspondance avec son ami Kandinsky (1911-1936). Ensemble, chacun à leur manière, ils ont concrétisé leur idée de « l'Audition Colorée ».⁹² Le drame musical, *Die glückliche Hand* (« La main heureuse ») de Schoenberg (1913) et *Der gelbe Klang* (« La Sonorité Jaune ») de Kandinsky (1909) illustrent singulièrement leur amitié et la richesse de leurs points de vues artistiques à travers une correspondance marquante pour l'Histoire des Arts.⁹³ Philippe Albéra traite justement de la texture chez Kandinsky et Schoenberg au

⁹¹ *Ibid.*, p. 6.

⁹² JUNOD Philippe, *Contrepoints. Dialogues entre musique et peinture*, Genève, Contrechamps, 2006, p. 66-106.

⁹³ VALLIER Dora, « La rencontre Schoenberg-Kandinsky : Musique ↔ Peinture », in *Schoenberg-Kandinsky. Correspondance, écrits : Revue Contrechamps n° 2*, Genève : Éditions Contrechamps, 1984, p. 143-153.

sujet de *Die glückliche Hand*.⁹⁴

2.2. Claude Debussy (1862-1918)

Dans un autre registre, nous pensons tout particulièrement à Claude Debussy, qui est sans conteste le compositeur du tournant du XIX^e siècle qui trouva une grande partie de son inspiration dans le domaine des arts visuels. D'emblée, lui aussi, il s'intéressa aux artistes les plus en marge des académismes en cours : Degas, Whistler, Turner, Redon, Camille Claudel. « Moi qui aime les images presque autant que la musique », s'écrie Debussy dans une lettre, et cette déclaration, si singulière chez un musicien, exprime le rôle central de l'inspiration visuelle dans sa création. Dans les années 1890, il fréquente assidûment les milieux symbolistes en pleine ébullition. Aux Mardis de Mallarmé, il rencontre Whistler, Verlaine et les jeunes poètes du groupe symboliste. Dans le programme des premières auditions de son triptyque symphonique *Nocturnes*, Claude Debussy parle de « l'agonie grise, doucement teintée de blanc » pour introduire *Nuages*, la première des trois pages.⁹⁵

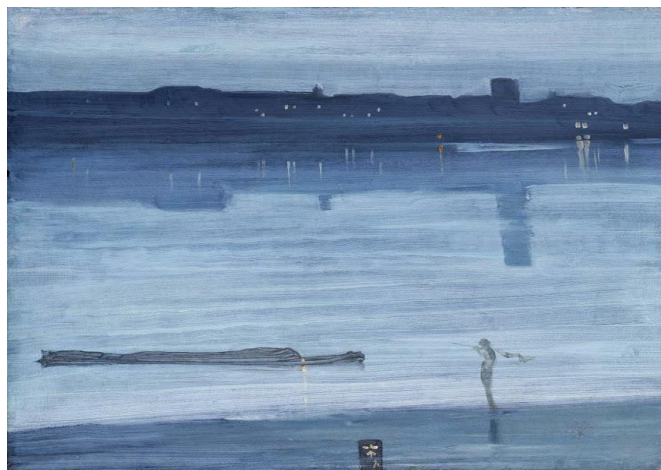


Figure 35: James Abbott McNeil Whistler, *Nocturne: Blue and Silver – Chelsea* (1871),
Huile sur toile, 50 x 60.8 cm, *Tate Britain*, London.

⁹⁴ ALBÈRA Philippe, À propos de « *Die glückliche Hand* », in *Schoenberg-Kandinsky, Correspondance, écrits : Revue Contrechamps*, n° 2, Genève : Éditions Contrechamps, 1984, p. 156-166.

⁹⁵ Note de programme publiée par Denis Herlin et citée par Jean-Michel Nectoux dans *Harmonie en bleu et or : Debussy, la musique et les arts*, Paris, Fayard, 2005.

Son écriture texturale, impressionniste, proche de la conception texture-couleur décrite en ce début de chapitre avec la messe Fayrfax, est directement inspirée d'un tableau de Whistler. Chez Debussy, le rêve, les associations d'images, se substituent à la cohérence traditionnelle du discours musical. Avant de penser écriture, il pense sonorités, espaces sonores. « Je veux chanter les paysages intérieurs » disait-il.⁹⁶

Nous savons que Debussy est une des références majeures de Pierre Boulez (1925-2016) car il est fréquemment cité dans ses écrits. Boulez le considère comme l'un des pères de la modernité musicale. Il s'est intéressé tout particulièrement à la conception de la forme chez Debussy :

Ce que nous trouvons chez le dernier Debussy, c'est un sens, d'abord de la forme vécue non plus comme architecture. Mais c'est la forme dans laquelle, pour la comprendre, on doit passer au travers. En somme, une espèce de forme tressée, par tuilage des objets qui la composent. Il y a, chez Debussy, un souci constant du renouvellement du matériel sonore à partir soit d'un intervalle, soit d'une idée génératrice formant ce matériau. Certes dans les Etudes, on trouve des pièces conçues suivant une architecture déjà assimilée. Quelques études, en particulier, sont construites sur la forme bien connue ABA, mais dans la plupart, la forme se crée au fur et à mesure de son engendrement.⁹⁷

Lorsque Boulez commente l'œuvre de Debussy, il déclare qu'« on pourrait parler là encore de narration, mais ce serait une narration très condensée, [...], elliptique par essence ».⁹⁸ Les écrits de Debussy ont énormément influencé les écrits de Boulez. Laurent Feneyrou, dans *Debussy au miroir des écrits de Boulez*⁹⁹, en fait une analyse détaillée. Boulez se sert singulièrement de Debussy pour annoncer son propre programme esthétique. Boulez a également été un grand interprète de la musique de Debussy tout d'abord en tant que pianiste, notamment au début des années soixante en duo avec Yvonne Loriod, puis bien sûr, en tant que chef d'orchestre. *Jeux* et *Iberia* figurent dans son tout premier

⁹⁶ DEBUSSY Claude, *Monsieur Croche et autres écrits*, Paris, Gallimard, ([1971]1987), p. 325.

⁹⁷ BOULEZ Pierre, *Point de repère, I, Imaginer*, Paris : Christian Bourgeois, 1995, p. 77.

⁹⁸ BOULEZ Pierre, *Point de repère III. Leçon de musique*. Paris : Christian Bourgeois. 1995, p. 265.

⁹⁹ FENEYROU Laurent, *Debussy au miroir des écrits de Boulez*. Delatour France, Goldman, Nicolas, Nattiez. La Pensée de Pierre Boulez à travers ses écrits, 2010, p. 161-176.

concert symphonique donné, le 16 juin 1956 à Caracas, avec l'orchestre symphonique du Venezuela. Un enregistrement radio historique de ce concert a d'ailleurs été conservé. Suivront de nombreux enregistrements dédiés à la musique de Debussy, grâce à son contrat avec la maison de disque CBS.

Dans *Jeux* (poème dansé, 1913), appelée « la forme tressée ou tissée » par Boulez, l'organisation générale est aussi instantanée qu'homogène dans son développement. L'analyse d'Herbert Eimert, publiée en 1959, rejoint la pensée de Boulez. Il considère que « le caractère « sériel » de *Jeux* dépend de la façon dont ornement, tempo, mètre, dynamique, timbre et texture participent de manière égale aux configurations de la forme ».¹⁰⁰ Boulez l'enregistrera à deux reprises : en 1966 avec le New Philharmonia et en 1995 avec l'orchestre de Cleveland.

2.3. Pierre Boulez (1925-2016)

Dans son livre *Le pays fertile : Paul Klee*,¹⁰¹ Pierre Boulez condense ses réflexions autour des principes de compositions du peintre et la nourriture que ceux-ci ont pu apporter à sa composition musicale. Dans son analyse de la peinture de Paul Klee, il établit des liens entre structure et composition musicales. Ce qui donna naissance en 1952 à une pièce musicale intitulée *Structure Ia*, inspirée du tableau de Paul Klee *Monument à la limite du pays fertile*, organisé en barres parallèles avec parfois une rupture qui réintroduit le chaos dans l'équilibre structural. Ainsi, les relations entre peinture et musique sont d'abord de nature structurale, avec cette différence que la perception d'un tableau est toujours globale puis s'oriente vers le fond ou les détails.

Comme l'écrit le musicologue Robert Piencikowski :

Le premier Livre de *Structures pour deux pianos* (1952) marque une étape importante non seulement dans l'évolution de Pierre Boulez, mais également dans le développement de la conscience musicale occidentale, par l'extension du phénomène sériel aux quatre composantes

¹⁰⁰ EIMERT Herbert, « Debussys Jeux », *Die Reihe*, n°5, 1959, p. 7-8.

¹⁰¹ BOULEZ Pierre, *Le pays fertile : Paul Klee*, texte préparé et présenté par Paule Thévenin, Paris, Gallimard, 1989.

sonores (hauteurs, durées, attaques, intensités) et la fonctionnalité de la conception sérielle désormais responsable de l'espace acoustique et formel à l'intérieur duquel elle est destinée à se mouvoir.¹⁰²



Figure 36: *Monument en pays fertile*, Paul Klee, 1929, Aquarelle, Centre Paul-Klee (Zentrum Paul-Klee) de Berne, Suisse.

Ce dernier propose une analyse de l'œuvre en s'appuyant sur la première division du mode de valeurs et d'intensités d'Olivier Messiaen :

- **Ia.** Brève succession de séquences exposant différents éclairages possibles du matériau sériel réduit à sa plus simple expression.
- **Ib.** Vaste opposition de textures faisant alterner une trame dépouillée avec des développements à densité croissant jusqu'à l'épuisement de la matière sonore.

¹⁰² PIENCIKOWSKI Robert, Note de programme pour *Structures pour deux pianos*, premier livre [archive], sur le site de l'IRCAM.

- **Ic.** Concluant sur un flux rapide et ininterrompu de figures imprévisibles.

➔ Série originale Série rétrogradée ←

Série renversée

Transpositions de la série originale Transpositions de la série renversée

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	7	3	10	12	9	2	11	6	4	8	5
2	8	4	5	6	11	1	9	12	3	7	10	7	11	10	12	9	8	1	6	5	3	2	4
3	4	1	2	8	9	10	5	6	7	12	11	3	10	1	7	11	6	4	12	9	2	5	8
4	5	2	8	9	12	3	6	11	1	10	7	10	12	7	11	6	5	3	9	8	1	4	2
5	6	8	9	12	10	4	11	7	2	3	1	12	9	11	6	5	4	10	8	2	7	3	1
6	11	9	12	10	3	5	7	1	8	4	2	9	8	6	5	4	3	12	2	1	11	10	7
7	1	10	3	4	5	11	2	8	12	6	9	2	1	4	3	10	12	8	7	11	5	9	6
8	9	5	6	11	7	2	12	10	4	1	3	11	6	12	9	8	2	7	5	4	10	1	3
9	12	6	11	7	1	8	10	3	5	2	4	6	5	9	8	2	1	11	4	3	12	7	10
10	3	7	1	2	8	12	4	5	11	9	6	4	3	2	1	7	11	5	10	12	8	6	9
11	7	12	10	3	4	6	1	2	9	5	8	8	2	5	4	3	10	9	1	7	6	12	11
12	10	11	7	1	2	9	3	4	6	8	5	5	4	8	2	1	7	6	3	10	9	11	12

Figure 37: Structures pour deux pianos.

Ici la série se transpose sur elle-même et l'objet sonore définit l'espace dans lequel il évolue. Car si l'objet sonore entretient des relations inharmoniques avec ses composantes, l'espace acoustique sera relatif. Il s'agit véritablement de démultiplier l'instrument, le piano, grâce à ses propriétés acoustiques. *Structure Ia* est souvent présentée comme l'exemple de l'école de Darmstadt et l'apogée de l'impasse du modernisme dans une rationalisation extrême : le sérialisme total. Il existe de nombreuses analyses approfondies sur les compositions de Boulez, dont plusieurs touchent des idées esthétiques. La première étude majeure de l'un de ses travaux est l'analyse de *Structure Ia* en 1958 de Ligeti.¹⁰³

Les théorisations bouléziennes seront concrétisées dans *Penser la musique aujourd'hui*¹⁰⁴ en 1963, résumant l'ensemble des techniques d'écriture utilisées dès 1949. Boulez insiste sur la notion

¹⁰³ LIGETI György, « Pierre Boulez : Structure and Automatism in Structure Ia » in *Die Reihe* n° 4, 1958, trad. fr. « Décision et automatisme dans la Structure Ia de Pierre Boulez », in *Neuf essais sur la musique*, Genève, Editions Contrechamps, 2001, p. 89-126.

¹⁰⁴ BOULEZ Pierre, *Penser la musique aujourd'hui*, Denoël Gonthier, Paris, 1963.

de texture afin de définir les critères de combinaisons ou d'arrangements des organismes sériels. Il décrit avec beaucoup de détails l'hétérophonie, la structure la plus éloignée de nos habitudes, dans un souci d'explicitier le caractère fragile des dimensions traditionnelles du vertical et surtout de l'horizontal, le régime sériel polarisant la perception vers l'oblique. En effet, Boulez cherche à s'éloigner de la typologie classique afin d'introduire de nouvelles catégories qui lui permettent de classer toutes les combinatoires imaginables.

Jusqu'à ma rencontre avec Klee, je ne raisonnais qu'en musicien, ce qui n'est pas toujours le moyen de voir clair. C'est parce qu'un problème identique avait été simplifié de manière exemplaire par Klee que j'ai été amené à réfléchir autrement, sous un autre angle. Et il me semble possible, avec un élargissement de l'hétérophonie, d'appliquer ses idées sur la perspective.¹⁰⁵

De ce fait, Boulez considère deux dimensions : d'une part, la dimension dans laquelle se produisent les événements (horizontale, verticale, diagonale), et d'autre part, celle qui se rapporte au type d'utilisation des événements (individuel, collectif). Il utilise ces deux paramètres afin d'élargir son écriture. Il distingue le contrepoint libre (horizontal-individuel/collectif) du contrepoint rigoureux (horizontal-individuel/individuel), ainsi que l'harmonie fonctionnelle de l'harmonie non fonctionnelle.¹⁰⁶

2.4. György Ligeti (1923-2006)

L'esthétique de György Ligeti, l'un des premiers compositeurs à employer le terme texture dans ses écrits théoriques, prend sa source dans une critique du sérialisme. Ainsi, s'exprimant sur *Apparitions* et *Atmosphères*, dans un entretien avec Peter Varnai, en 1978, Ligeti déclarait explicitement avoir écrit ces œuvres en complète réaction au sérialisme et à l'aléatoire de Cage. Tout

¹⁰⁵ *Le pays fertile, op.cit.*, p. 75.

¹⁰⁶ LALITTE Philippe, « Texture et émergence perceptive en musique contemporaine », *op. cit.* p. 121-133.

comme la conception de Lewis Rowell que nous détaillerons dans le chapitre sur la texture comme matière, le compositeur hongrois recourt à la métaphore du « tissage » lors de son analyse détaillée de *Structure Ia* pour deux pianos de Boulez :

A l'écoute de cette composition, donc, se déploie une structure en trame d'un tissage plus ou moins grossier ou fin d'une perceptibilité auditive changeante. Elle consiste en une quantité de "points" sonores intelligemment ordonnés qui s'assemblent pour constituer des fils d'une épaisseur variable, qui parfois se profilent et parfois se fondent. Les fils à leur tour sont tissés de manière plus ou moins serrée. [...] Vu de plus près, c'est l'aspect de la détermination, de la régularité qui prédomine ; à distance, en revanche, la structure – résultat de nombreuses régularités distinctes – se présente comme quelque chose d'extrêmement variable et fortuit, comparable à l'éclairage clignotant du réseau d'enseignes lumineuses de la rue d'une grande ville.¹⁰⁷

Dans sa propre musique, Ligeti emploie différents types de textures qui constituent à la fois le matériau mélodique des parties instrumentales (traité le plus souvent en contrepoint) et le matériau harmonique des superpositions verticales. Ses textures sont variées, transformées, grâce à plusieurs procédés techniques opérant sur l'ambitus, la densité, le degré de changement, la fusion ou l'individualisation des parties instrumentales. Au demeurant, Pierre Michel souligne l'importance des aspects dynamiques de cette « écriture en trame » en partant cette fois-ci du premier mouvement du *Concerto de Chambre* (1969/70). Le musicologue distingue deux familles de textures qui se dégagent à l'audition : « l'une, caractéristique de la première partie, faite de lignes instrumentales savamment mêlées au point qu'il est souvent impossible de distinguer les timbres individuels (même lorsqu'il y a peu d'instruments) et l'autre, caractéristique de la seconde partie, représentée par des textures beaucoup plus éclatées et agitées où les instruments ressortent nettement de l'ensemble (mais le plus

¹⁰⁷ LIGETI György, « Décision et automatisme dans la Structure Ia de Pierre Boulez », *op. cit.*, p. 125.

souvent de façon très ponctuelle). »¹⁰⁸ Nous reviendrons plus longuement sur cette œuvre dans notre cinquième chapitre, car nous proposerons une analyse de la texture du troisième mouvement du *Concerto de Chambre*.

Quelques années plus tôt, Ligeti compose son œuvre manifeste *Atmosphère*, pour orchestre, en 1961 : « Ma musique donne l'impression d'un courant continu qui n'a ni début ni fin. Sa caractéristique formelle est le statisme, mais derrière cette apparence, tout change constamment... »¹⁰⁹ Il ne recherche ni mélodie ni harmonie, mais des couleurs sonores dans une musique « statique » dont la densité est héritée de Bartók. Clusters, micro-changements, micro-intervalles, micro-polyphonie transforment, sans césure, une matière sonore perpétuellement mouvante. Ce travail sur la matière sonore, les textures et le rapport au temps se retrouve dans la plupart de ses œuvres. Le compositeur cherche un équivalent musical aux leçons de peinture de Paul Cézanne, où la couleur remplace les contours, et où les contrastes de poids et de volumes engendrent les formes.



Figure 38: Paul Cézanne, *Le Lac bleu*, 1896, Huile sur toile, 65x81 cm, Institut Courtauld à Londres.

¹⁰⁸ MICHEL Pierre, « György Ligeti : Kammerkonzert pour 13 instrumentistes (1969-70) », *Analyse musicale*, n°34, 1999, p. 31-51.

¹⁰⁹ GARRIGUES Juliette, *ATMOSPHÈRES (G. Ligeti)*, *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 18 février 2018. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/atmospheres/>

Dans son entretien avec Pierre Michel en 1981, Ligeti soulignait l'importance de la texture dans son écriture : « [...] je pense toujours en voix, en couches, et je construis mes espaces sonores comme des textures, comme les fils d'une toile d'araignée, la toile étant la totalité et le fil l'élément de base. [...] Si vous me demandez : pourquoi le canon? je vous répondrai : pour l'unité horizontale/verticale. »¹¹⁰

De plus, Marc Chemillier adorde d'une façon très détaillée et inventive les textures de Ligeti à partir de l'oeuvre *Melodien* (1971, pour petit orchestre) en parlant de « logique des textures » directement inspirée des règles de la croissance minérale ou organique.¹¹¹

2.5. Morton Feldman (1926-1987)

De même, Morton Feldman (1926-1987) a toujours entretenu des liens étroits avec les arts visuels. Célestin Deliège souligne le fait que pour Feldman, « Il ne s'agissait plus de composer mais de *projeter le son dans le temps*, comme le geste pictural dont il était témoin, projetait la couleur sur la toile. »¹¹² *Projection I* pour violoncelle solo (1950) témoigne de ses influences artistiques. Il est vrai qu'il a toujours tissé des liens professionnels et amicaux avec des peintres de l'expressionnisme abstrait new-yorkais. C'est d'ailleurs John Cage qui le présentera à Pollock, de Kooning et Rothko, ce qui influencera considérablement son travail de compositeur. Ces rencontres donneront naissance à des pièces comme *Music for the film Jackson Pollock* (1951), *de Kooning* (1961), *Rothko Chapel* (1971). Très souvent, Feldman aimera employer des termes relevant du domaine de l'image pour faire référence à sa musique, préférant parfois, comme nous l'avons vu avec Deliège, utiliser des gestes plus appropriés à un peintre qu'à un musicien. Du reste, il se plaît à nommer ses œuvres « des toiles de temps » teintées « d'empreintes musicales ». De plus, l'artiste nous relate ceci : « J'avais appris

¹¹⁰ MICHEL Pierre, *György Ligeti*, Paris, Minerve, deuxième édition revue et complétée, 1995, p. 72.

¹¹¹ CHEMILLIER Marc, « György Ligeti et la logique des textures », *Analyse musicale* n°38, 2001, p. 75-85.

¹¹² DELIEGE Célestin, *Cinquante ans de modernité musicale : De Darmstadt à l'IRCAM, contribution historiographique à une musicologie critique*, Bruxelles, Editions Mardaga, 2003, p. 145.

que plus on compose ou on construit, plus on empêche le temps non encore troublé de devenir la métaphore de contrôle de la musique. »¹¹³ De façon systématique, Feldman préfère utiliser une terminologie visuelle pour décrire sa musique. Son intérêt pour la peinture ainsi que pour les tapis du Moyen Orient lui permettra de développer un vocabulaire singulier. Des problématiques tels que la surface, le relief, la texture, les structures, le degré de symétrie des matériaux, etc., toutes ces questions contribueront à définir l'esthétique de ses œuvres. Son approche de la Texture y est tout à fait singulière. D'ailleurs pour exemple, en introduction à la partition de *Coptic Light* (1985) Felman écrit ceci :

Ayant un intérêt avide pour toutes les variétés de tissages du Moyen Orient, j'ai récemment contemplé les étonnants tissus coptes anciens à l'exposition permanente du Louvre. Ce qui m'a frappé dans ces fragments d'étoffes colorées, c'est la façon dont ils transmettent l'atmosphère essentielle de leur civilisation. Transposant cette idée dans un autre domaine, je me suis demandé quels aspects de la musique depuis Monteverdi pourraient restituer leur atmosphère, si on les écoutait dans deux mille ans. Selon moi, l'analogie serait une des figures instrumentales de la musique occidentale. Telles sont quelques unes des métaphores qui occupaient mes pensées tandis que je composais *Coptic Light*.¹¹⁴

La Texture y est tout particulièrement dense, serrée car toutes les familles d'instruments jouent tout du long ensemble formant un tissage orchestrale complexe, comme le « tissage de la musique » décrit par Lewis Rowell. (Cf. partitions en annexes)

Nous nous sommes particulièrement intéressés à cet espace particulier qu'est *Rothko Chapel* (1970). C'est une pièce pour alto, célesta, percussions, chœur, soprano et alto, une œuvre destinée à être jouée dans l'édifice qui abrite quatorze grandes toiles du peintre disparu en 1970. A partir d'un dessin de Rothko, l'architecte Phil Johnson s'est occupé de la construction de cette structure

¹¹³ FELDMAN Morton, *Écrits et paroles*, précédés d'une monographie de Jean-Yves Bosseur, Paris, L'Harmattan, 1998, p. 210.

¹¹⁴ *Op. cit.*, p. 65.

minimaliste que représente cette grande salle octogonale. Selon le critique d'art Vladimir Safatle « Tous les tableaux de Rothko dans la chapelle sont marqués par la manifestation d'une hétérogénéité interne au champ même de chaque couleur. Aucun champ chromatique n'est plat. Tous sont marqués par des oppositions et des conflits qui dévoilent une conscience de la dissolution de l'unité. »¹¹⁵ A sa manière, Feldman a bien compris tout cela car dans ses textures, nous percevons bien ces champs sonores remplis de micro-variations.



Figure 39: Vue intérieure de la chapelle (Thomas Struth for *The New York Times*).

De plus, Rothko réussissait à amincir la matière jusqu'à ce que les particules de pigments soient dissociées de la fine pellicule et adhèrent à la surface de façon à laisser la lumière pénétrer la couche de peinture. Le procédé spécifique de Rothko pour préparer ses toiles a été décrit par Youssef Ishaghpour : « En variant les textures, les gradations tonales et la profondeur des couches, en expérimentant des degrés de transparence avec des mixtures d'huile, de tempéra à l'œuf et du diluant,

¹¹⁵ SAFATLE Vladimir, « Morton Feldman comme critique de l'idéologie : expression et politique dans Rothko Chapel », in Kogler, S. et Olive, J-P. (dir), *Expression et geste musical*, Éditions L'Harmattan, Paris, 2013.

Rothko portait ses couleurs au seuil de la désintégration pour créer leur luminosité. »¹¹⁶ En effet, dans une émission radio consacrée à Rothko sur France Culture, *Une vie, une œuvre*, présentée par le journaliste Matthieu Garrigou-Lagrange, le plasticien invité Didier Mencoboni, décrivait ce mélange *tempera à l'œuf*, procédé de la Renaissance, et pratiqué par Piero Della Francesca, comme étant une préparation secrète à laquelle Rothko « ajoutait de l'acrylique pour obtenir des couleurs lumineuses d'une grande finesse. »¹¹⁷

Joseph Delaplace affirme que « la prise en compte très précise de la lumière, dans le travail de Rothko, trouve une réplique musicale dans la gestion de l'intensité chez Feldman. De même, l'utilisation de la brosse et du chiffon, le travail sur les frontières entre différentes zones picturales, peuvent être mis en relation avec le gommage de l'attaque de certains sons, ainsi qu'avec la suppression après-coup de matériaux sonores. »¹¹⁸ C'est un remarquable travail autour de la texture. A propos de la distribution des toiles dans la chapelle, Rothko avait précisé qu'« il n'était pas intéressé par un caractère symétrique ou asymétrique quelconque, mais plutôt par des proportions et des formes ».¹¹⁹ Selon Steven Johnson, qui a fait l'une des premières analyses musicales de *Rothko Chapel*, la « symétrie et l'asymétrie jouent un rôle majeur en tant que thème narratif » dans la spatialisation des toiles.¹²⁰

Il en fait une remarquable description :

La chapelle présente une progression d'états affectifs mis en mouvement entre deux arcs symétriquement liés. La progression commence avec un état de statisme neutre, continue à travers des états de plus en plus sombres et tragiques, pour finalement arriver à des états brillants, élevés. Le triptyque de l'abside nord et le panneau sud – les seules images isolées (sans une contre-représentation en face) – forment un axe. Le triptyque fonctionne comme point

¹¹⁶ ISHAGHPOUR Youssef, *Rothko, une absence d'image : lumière de la couleur*. Tours : Éditions Léo Scheer, 2003, p. 10-11.

¹¹⁷ <https://www.franceculture.fr/emissions/une-vie-une-oeuvre/mark-rothko-1903-1970>, consulté le 24/04/18.

¹¹⁸ DELAPLACE Joseph, « *Rothko Chapel* de Morton Feldman : approches analytiques d'une "procession immobile" », *Déméter*, Centre d'étude des arts contemporains, Université Lille 3, 2015. : <http://demeter.revue.univ-lille3.fr/lodel9/index.php?id=430>

¹¹⁹ ASHTON Dore, *About Mark Rothko*, Oxford University Press, 1983 (réed. 1996 et 2003), p. 170.

¹²⁰ JOHNSON Steven, « Rothko Chapel and Rothko's Chapel », *Perspectives of New Music*, Vol. 32, n° 2, 1994, p. 11.

d'origine car il est face à l'entrée et parce que l'abside, encastrée six pieds à partir des murs, reçoit la plupart de la lumière zénithale. Étant donné que les panneaux extérieurs du triptyque (nord) contiennent le même pourpre noirâtre et le panneau central un pourpre légèrement éclairé, le triptyque est en soi symétrique. (...) La chapelle arrive à un obscur climax avec la forme en croix établie par les presque identiques triptyques Est et Ouest, où le noir profond prédomine.¹²¹

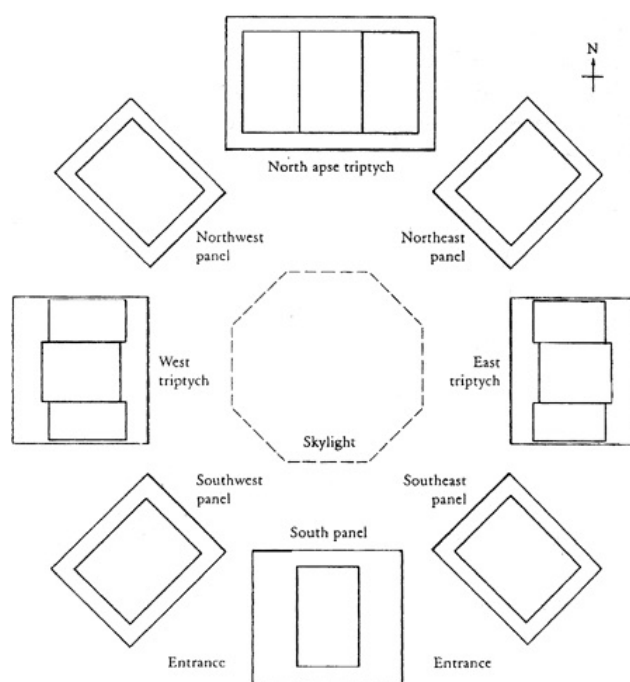


Figure 40: disposition des panneaux dans la chapelle.¹²²

Ainsi, que ce soit en termes de forces utilisées, d'équilibre, de timbre et de texture, le choix instrumental de Feldman fut tout autant conditionné par l'espace de la chapelle que par les peintures. Feldman explicite son rapport à l'espace de la chapelle : « l'image plastique de Rothko va droit jusqu'au bout de la toile, et je voulais atteindre le même effet avec la musique ; c'est-à-dire qu'elle emplisse l'espace global, de forme octogonale, et qu'elle ne puisse pas être entendue à une certaine

¹²¹ BRESLIN James E. B, *Mark Rothko: a biography*, Chicago: University of Chicago Press, 1993, p. 480.

¹²² *Op. cit.*, p. 11.

distance ».¹²³ Feldman a également conçu la forme musicale de sa pièce d'après la chapelle :

Le rythme d'ensemble des peintures de Rothko, telles qu'il les a disposées, créait une continuité sans faille. Tandis qu'il était possible, avec les peintures, de répéter couleurs et gammes tout en maintenant un intérêt dramatique, je sentais que la musique devait appeler une série de sections enchaînées fortement contrastées. Je voyais une procession immobile semblable aux frises des temples grecs.¹²⁴

Alex Ross souligne dans son ouvrage de référence *The Rest is Noise* que « la fixité apparente de *Rothko Chapel* incite à se concentrer sur des détails qui semblent insignifiants, de telle sorte que le moindre changement est perçu comme un véritable cataclysme : un simple chromatisme descendant dans une ligne de basse suffit à donner le frisson. »¹²⁵ Cette œuvre empreinte de spiritualité, est certainement la plus personnelle et la plus émouvante de Feldman. « Comme Messian, Feldman s'attachait à créer par sa musique une sorte d'ailleurs spirituel [...].¹²⁶

2.6. Iannis Xenakis (1922-2001)

Au début des années soixante, l'ancienne fascination pour le sérialisme et la musique aléatoire a laissé une grande place à l'intérêt des compositeurs pour la texture, le son, la matière sonore. Avec *Metastasis* (1954) et *Pithoprakta* (1955-56), Xenakis fut l'un des pionniers de la musique de textures. En ce sens l'analyse de *Pithoprakta* du compositeur Panayiotis Kokoras¹²⁷ nous semble particulièrement intéressante. Le but de *Pithoprakta* était de fusionner les sons individuels en un ensemble cohérent. Kokoras propose une analyse en s'appuyant sur les travaux de Bregman¹²⁸ et de

¹²³ FELDMAN Morton, *op. cit.*, p. 81.

¹²⁴ *Ibid.*, p. 81.

¹²⁵ ROSS Alex, *The Rest is Noise : A l'écoute du XXe siècle, la modernité en musique*, Acte Sud, 2010, p. 673.

¹²⁶ *Ibid.*, p. 649

¹²⁷ KOKORAS Panayiotis, *Auditory Fusion and Holophonic Musical Texture in Xenakis's Pithoprakta*. Athènes, 2014.

¹²⁸ BREGMAN Albert S., *Auditory scene analysis, op. cit.*

McAdams.¹²⁹ L'un des facteurs les plus importants, qui affectent la perception des textures, dépend de la fusion de composants séparés du passage musical. Une telle fusion est possible dans certains cas. Les propriétés principales, qui favorisent la fusion dans un passage musical, comprennent les densités d'attaques et les similarités timbrales des sons joués. Ce dernier élément comprend diverses caractéristiques spectrales des sons. De plus, le registre des parties instrumentales et leur gamme dynamique favorisent la fusion texturale. Il serait intéressant d'analyser les différents types de texture musicale utilisés dans *Pithoprakta* en fonction de leur degré de fusion ou de séparation. Xenakis a certainement été l'un des premiers compositeurs à utiliser de façon systématique la fusion entre la matière et la forme. Makis Solomos qualifie le produit de cette fusion forme/matériau de « sonorité ». Il propose une tout autre analyse de *Pithoprakta* qui nous semble intéressante de citer.

0-51	Bruits avec transformation continue de la densité et de la spatialisation ; puis, émergence progressive de <i>pizzicati</i> et d' <i>arcos</i>	DU BRUIT AU SON PUR
52-59	Transformation globale par "filtrage" d'un "nuage de sons"	
60-104	Tenues avec émergence progressive de <i>pizzicati</i> puis de glissandi	
105-121	Transformations discontinues d'un champ de glissandi	
122-171	Superposition bruiteuse de 6 groupes de timbre avec "vues au microscope" ponctuelles	
172-179	Transformation continue du registre de sons en <i>battuto col legno</i>	
180-207	Transformations discontinues par "filtrage" d'un cluster	
208-231	Champs de glissandi avec transformation irrégulière, puis linéaire de registre	
231-250	Large cluster qui "s'évapore" progressivement dans l'aigu	
250-268	Harmoniques en transformations spatiales discontinues	

Figure 41 : *Pithoprakta* : description globale des transformations progressives.¹³⁰

Le musicologue insiste sur le fait que Xenakis métamorphose continuellement les textures sonores par des transformations continues ou discontinues de toute sorte. Le compositeur explore des textures bruitées avec des techniques instrumentales singulières comme des coups sur la caisse des cordes par exemple pour conduire progressivement l'auditeur vers des sons purs avec les harmoniques

¹²⁹ MCADAMS Steve, « Spectral fusion and the creation of auditory images », in Manfred Clynes (ed.) *Music, Mind, and Brain*, 1982, p. 279-298.

¹³⁰ SOLOMOS Makis, « Pour une filiation Xenakis-Grisey? », Makis Solomos, in Makis Solomos (éd.), *Iannis Xenakis, Gérard Grisey. La métaphore lumineuse*, L'Harmattan, 2003, p. 167.

finales. Ses œuvres sont réellement conçues comme des expériences perceptives du son. Il proposera des expériences de l'espace en architecture, des expériences visuelles-sonores avec les *polytopes*. Il nous semble intéressant de mentionner ce qu'écrit Xenakis à propos du son justement :

Le son en acoustique s'analyse en équations physico-mathématiques (il est une vibration élastique de la matière) qui se mesurent : intensité, couleur, temps. Dans la couleur entrent la hauteur, les harmoniques, les sons additifs et soustractifs, les ondulations, etc. Par conséquent, le son est une grandeur quantitative. Mais dès qu'il franchit le seuil de l'oreille, il devient impression, sens, grandeur qualitative par conséquent. La psychophysiologie de la musique n'est pas encore une science. Le bon compositeur pourra exprimer les sens qu'il désire. ¹³¹

Solomos écrit sur cette dichotomie quantitatif/qualitatif. Pour le musicologue, l'aspect qualitatif reste flou dans sa définition, alors que l'aspect quantitatif est clairement explicité, à savoir le son. « Celui-ci n'est plus défini comme un simple niveau d'articulation, un matériau neutre. Posé comme le lien entre toutes les musiques, il constitue pour Xenakis le « fond même » de la musique : son fondement, pourrait-on ajouter. » ¹³²

Le travail d'Anne-Sylvie Barthel-Calvet autour de la conception textuelle chez Iannis Xenakis apporte un autre éclairage de perspective analytique. ¹³³

3. La Texture comme matière

Une autre compréhension de la texture fut développée par certains théoriciens de la musique, dans le souci d'analyser les œuvres après 1945. Ainsi, la texture est tantôt comparée à un grain, une

¹³¹ XENAKIS Iannis, « Provlímata ellinikis mousikis synthesis (Problèmes de composition musicale grecque) », *Epitheorisi technis* n°9, Athènes, 1955, p. 185-189. Traduction française dans *Présences de / Presences of Iannis Xenakis*, éd. par MAKIS SOLOMOS, Paris, Cdmc, 2001, p. 12.

¹³² SOLOMOS MAKIS, *De la musique au son. L'émergence du son dans la musique des XX^e et XXI^e siècles*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2013, p. 354.

¹³³ BARTHEL-CALVET Anne-Sylvie « De la dispersion à la fusion sonore : écriture et perception des textures xenakiennes », *Analyse Musicale*, Vol. 38, Paris, 2001, p. 86-96.

toile, ou bien à une surface ou une nappe (Morgan, 1991¹³⁴, Smith-Brindle, 1966). Voici ce qu'écrit à ce sujet le compositeur britannique Smith-Brindle :

Texture, en un sens, peut être définie comme structure, ou arrangement des parties constituantes. Toutefois, bien que l'on puisse parler de texture contrapuntique, le genre précis ou la nature du contrepoint ne peut être décrit par une telle terminologie. On se réfère au caractère général du son, plutôt qu'au type précis de construction. La définition alternative de texture comme "grain, réseau, surface ou nappe" est plus juste. Elle définit le "sentiment" extérieur de la musique, plutôt que la structure interne. Les adjectifs habituellement utilisés en relation avec la texture musicale confirment cette définition rude, lisse, épais, fin, chaud, froid, lourd, riche, maigre, léger, soyeux, velouté, dentelé toutes décrivent des sensations extérieures.¹³⁵

De la même manière, Jonathan Dunsby, dans son article *Considerations of Textures*, écrit à ce sujet : « Lewis Rowell écrit à propos de la distinction entre focus et interaction, entre économie et saturation, entre le mince et le dense, entre le lisse et le rugueux, dans lequel on peut discerner l'étymologie du terme musical « texture » au sens physique. »¹³⁶ En effet, Lewis Rowell a dédié dans son chapitre *Values*, un sous chapitre sur la texture dans son ouvrage de référence *Thinking about Music : An Introduction to the Philosophy of Music* où il caractérise la texture comme étant « le tissage de la musique » si on conçoit celle-ci comme « une surface esthétique » ou comme « la fibre (les hauteurs, l'axe vertical, la simultanéité) et la trame (le temps, l'axe horizontal, la séquentialité) du tissu musical. »¹³⁷ Nous en avons montré un exemple dans *Coptic Light* de Morton Feldman précédemment. Comme le suggère Robert Erickson, dans *Sound Structure in Music* (chap.6 *Timbre*

¹³⁴ MORGAN Robert. P., *Twentieth-Century Music: a history of musical style in modern Europe and America*, New York: Norton, 1991.

¹³⁵ SMITH-BRINDLE Reginald, *Serial Composition*, Oxford University Press, 1966, p. 136

¹³⁶ DUNSBY Jonathan, « Considerations of Textures », Oxford University Press, *Music & Letters*, Vol. 70, N° 1 (Feb., 1989), p. 51. « Lewis Rowell writes about the distinction between focus and interplay, between economy and saturation, between the thin and the dense, between the smooth and the rough, in which can be discerned the etymology of the musical term 'texture' in the physical term. »

¹³⁷ ROWELL Lewis, *Thinking About Music: An Introduction to the Philosophy of Music*, The University of Massachusetts (Amherst, 1983), p. 158. « By texture we mean the weave of the music, whether we conceive/perceive it as an aesthetic surface or as the warp (pitch, the vertical axis simultaneity) and woof (time, the horizontal axis, sequence) of the musical fabric. »

in *Texture*) bien que la texture puisse être avant tout considérée comme une description de la sensation d'un objet, l'interaction imaginée ou tangible de la sensation avec sa matière, c'est aussi un moyen de décrire l'aspect tactile des mondes sonores.

La texture dénote toujours une qualité globale, la sensation des surfaces, le tissage des tissus, l'apparence des choses. Les mots pour les modalités sensorielles visuelles et tactiles sont souvent adaptés aux descriptions des sons et de leur combinaison: acéré, rugueux, terne, lisse, mordant, claire, brillant, cassant, grossier, épais, mince, sec, diaphane, aéré, effilé, flasque, fluide, vaporeux, pailleté, granuleux, dur, brumeux, lourd, glacé, incomplet, déchiqueté, limpide, liquescent, luxuriant, doux, trouble, souple, décontracté, ondulant ...¹³⁸

Le point de vue de Robert Strizich est très spécifique et nous apparaît également important d'être mentionné :

A mon avis, nos concepts, définitions et termes traditionnels sont inadéquats pour la discussion et l'analyse de nouvelles textures dans la musique de l'après-Seconde Guerre mondiale. En effet, une grande partie de la musique écrite depuis 1945 est complètement hors de la portée de la terminologie analytique standard, principalement parce que beaucoup de ces travaux utilisent exclusivement des textures et des procédures de textures qui s'écartent significativement des pratiques conventionnelles.¹³⁹

Après avoir analysé plusieurs exemples de textures dans la musique après 1945, Strizich propose une typologie où les textures sont regroupées en trois grandes catégories générales :

¹³⁸ ERICKSON Robert, *Sound Structure in Music*, Berkeley, University of California Press, 1975, p. 139.

« Texture always denotes some overall quality, the feel of surfaces, the weave of fabrics, the look of things. Words from visual and tactile sense modalities are often appropriated for descriptions of sounds and their combination: sharp, rough, dull, smooth, biting, bright, brilliant, brittle, coarse, thick, thin, dry, diaphanous, airy, finespun, flaccid, fluid, gauzy, glittery, grainy, harsh, hazy, heavy, icy, inchoate, jagged, limpid, liquescent, lush, mild, murky, pliant, relaxed, rippling... »

¹³⁹ STRIZICH Robert, « Texture in post-World War II music », *Ex Tempore: A journal of compositional and theoretical research in music*, vol. 5, n. 2, 1991, p. 1-28. « In my opinion, our traditional concepts, definitions and terms are inadequate for the discussion and analysis of new textures in post-World War II music. Indeed, much music written since 1945 is quite beyond the grasp of standard analytical terminology, chiefly because so many of these works make exclusive use of textures and textural procedures that depart significantly from conventional practices. »

polyphonie complexe (disjointe, multicouches), textures pointillistes (trois types nommés a, b, c) et texture de masse (nuage, polyphonie dense, micropolyphonie, bandes de fréquences). Les textures sont caractérisées selon leur densité verticale (opacité relative ou transparence) et leur composition constitutive (homogénéité ou hétérogénéité).

Dans la création de musiques populaires enregistrées, l'organisation des timbres et des textures est une préoccupation essentielle, car elle est déterminante dans l'appréciation des auditeurs, plus que les hauteurs ou le rythme. Plusieurs études ont d'ailleurs montré que les musiques pop étaient davantage appréciées pour leur sonorité, pour leur couleur, que pour leur structure¹⁴⁰ Les outils de l'analyse musicale traditionnelle ne sont pas toujours appropriés pour dégager les éléments intéressants de la musique populaire (Tagg, 1979¹⁴¹, Middleton, 1990¹⁴², Lacasse, 2000¹⁴³). Richard Middleton soutient que « Les musicologues qui s'intéressent aux musiques populaires doivent entendre l'harmonie autrement, repenser l'analyse rythmique, porter une attention particulière aux nuances de timbres et aux fluctuations de hauteurs et saisir les textures et les formes en les associant aux caractéristiques d'un genre et à des fonctions sociales. »¹⁴⁴

Quant au musicologue Albin Zak, il définit la texture comme la qualité du son qui réside dans les relations créées par l'interaction des éléments constitutifs d'une piste. Cette qualité générale est le caractère général des gestes musicaux. Il comprend entre autres le timbre, la dynamique, le rythme, l'ambiance, la gamme de hauteur, l'espace harmonique et le placement spatial des sons constitutifs. Le concept de texture musicale chez Zak est multiforme et bien adapté à l'analyse des enregistrements rock.¹⁴⁵ Son travail commence à partir du studio d'enregistrement, où il se demande quels effets

¹⁴⁰ BRACKETT David, *Interpreting Popular Music* (Berkeley: University of California Press, 2000). John R. Covach et Graeme M. Boone, *Understanding Rock: Essays in Musical Analysis* (New York: Oxford University Press, 1997).

¹⁴¹ TAGG Philip, *Kojak: 50 Seconds of Television Music – Towards the Analysis of Affect in Popular Music*. Göteborg: Skifter från Musikvetenskapliga institutionen, 1979.

¹⁴² MIDDLETON Richard, « Play it Again Sam: Some Notes on the Productivity of Repetition in Popular Music », *Popular Music*, Vol. 3, 1983, p. 235-270.

¹⁴³ LACASSE Serge, « Listen to My Voice »: The Evocative Power of Vocal Staging in Recorded Rock Music and Other Forms of Vocal Expression. Thèse de doctorat, Université de Liverpool, 2000.

¹⁴⁴ MIDDLETON Richard, « L'étude des musiques populaires », in *Musiques*, Vol. 2, Savoirs musicaux sous la direction de Jean-Jacques Nattiez, Paris, Actes Sud/Cité de la musique, 2004, p. 771.

¹⁴⁵ ZAK III Albin, *I Don't Sound Like Nobody*, Remaking Music in 1950s America, University of Michigan Press, 2010.

esthétiques pourraient être obtenus par les manipulations que les preneurs de son appliquent dans le processus d'enregistrement.¹⁴⁶ Au sujet de la musique populaire, Simon Zagorski-Thomas nous expose le lien entre le développement des technologies et la complexification de notre univers sonore :

Le développement des technologies peut avoir une influence, de plusieurs façons, sur le caractère des sons enregistrés. Par exemple, une série de modifications techniques sur un produit peut générer une plus large palette d'options sonores, comme le démontre le développement des technologies liées aux microphones ou des compresseurs dynamiques depuis des années.¹⁴⁷

Certains auteurs ont explicité l'importance du timbre et de la texture au sein du mix en fonction de leur importance hiérarchique. C'est le cas d'Allan Moore qui a proposé un modèle représentant un espace virtuel en trois dimensions afin de désigner les principaux paramètres d'un mix.¹⁴⁸ « La *Sound-Box* de Moore et Dockwray est un modèle de représentation de l'espace stéréophonique interne d'un enregistrement musical. »¹⁴⁹ Elle se présente comme un pavé droit (qui représente la scène virtuelle (Cf. figure ci-après). Nous pouvons y placer les différentes sources sonores du titre en fonction de leur emplacement dans la stéréophonie. C'est actuellement le modèle de représentation le plus employé lorsque nous effectuons des analyses d'espaces internes dans les œuvres phonographiques. Selon Moore, « Bien que l'analyse musicale soit normalement l'analyse de la partition, une analyse du Rock ne peut suivre cette même procédure. Elle doit se référer au « *Primary text* », qui est, dans ce cas, ce qui est entendu. »¹⁵⁰

¹⁴⁶ ZAK III Albin, *The poetics of rock*; California UP, 2001.

¹⁴⁷ ZAGORSKI-THOMAS Simon, « The Musicology of Record Production », *Twentieth-Century Music* Vol. 4, n°2, Boston: Cambridge, 2007, p. 193. Traduction personnelle : « Changes in technology can impact on the character of recorded sound in a number of ways. For instance, a series of incremental changes in a particular type of product may generate a wider palette of sonic options, one example being the development of microphone technology or dynamic compressors over many years ».

¹⁴⁸ MOORE Allan F. et DOCKWRAY Ruth, « Configuring the Sound-Box 1965-1972 », *Popular Music*, Vol. 29, n° 2, 2010, p. 181-197.

¹⁴⁹ LEVIN Judikael et BOSSIS Bruno, « Les descripteurs audio au service de l'analyse comparée des canaux stéréophoniques dans les musiques populaires », <https://jim2019.sciencesconf.org/data/pages/LevinBossis.pdf>

¹⁵⁰ MOORE Allan F., *Rock: The Primary Text: Developing a Musicology of Rock*, Aldershot, Ashgate, 2004, p. 34-35.

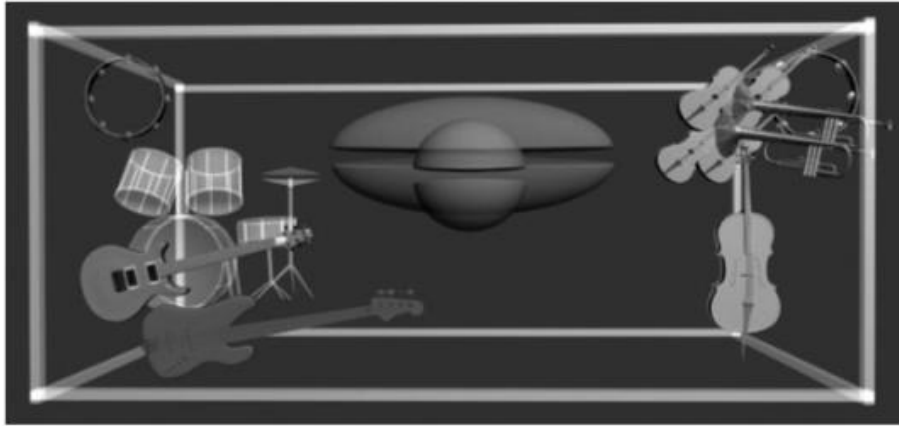


Figure 42: Exemple de la *Sound Box* d'Allan Moore : Cliff Richard, *Congratulations*.¹⁵¹

Ce modèle a le mérite d'offrir une terminologie pratique qui décrit les aspects considérés prioritaires dans l'agencement d'un mix : soit la répartition des fréquences et la localisation spatiale notamment. De ce fait, grâce à l'importance que revêt le son, de nombreux grands producteurs verront le jour tels que Phil Spector, George Martin, Brian Eno, Quincy Jones, etc.

William Moylan développe dans *The Art of Record Production*¹⁵², une méthode de transcription tout à fait adaptée pour analyser la texture dans la musique populaire. Cet ouvrage propose un cadre de référence et un vocabulaire qui permet de décrire les principaux paramètres importants dans la production de ce type de musique, à savoir les caractéristiques de l'espace, le contour, l'enveloppe spectrale et l'intensité. L'approche de Moylan se révélera une source d'inspiration pour Lacasse, notamment autour du concept de « mise en scène phonographique ». Celle de Lacasse apporte une vision intéressante pour l'étude du traitement sonore de toutes formes de sons enregistrés, malgré le fait que son approche s'intéresse particulièrement au traitement de la voix.¹⁵³

Cette réflexion autour de la notion de texture à travers les propos d'analystes, compositeurs et

¹⁵¹ MOORE Allan F. et DOCKWRAY Ruth, « Configuring the Sound-Box 1965-1972 », *op.cit.*, p. 189.

¹⁵² MOYLAN William, *The Art of Record Production: The Creative Resources of Music Production and Audio*, 1ère édition (New York: Van Nostrand Reinhold, 1992).

¹⁵³ LACASSE Serge, « Composition, performance, phonographie : Un malentendu ontologique en analyse musicale ? » dans *Groove : Enquête sur les phénomènes musicaux contemporains*, sous la direction de Serge Lacasse et Patrick Roy, Québec : Presses de l'Université Laval, 2006, p. 65-78.

musicologues, nous apporte un éclairage intéressant sur les multiples façons de se l'approprier. D'une part, nous avons pu comparer et confronter des points de vues divers notamment, chez les anglo-saxons avec l'ouvrage *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music* de Joel Lester,¹⁵⁴ et celui de Wallace Berry, *Structural Functions in Music*. D'autre part, chez les français, les articles de référence de Marc Chemillier, Jean-Baptiste Barrière et Anne-Sylvie Barthel-Calvet, réunis dans la revue *Analyse musicale*, réalisé et coordonné par Pierre Michel, ont bien évidemment enrichi notre vision de la texture.

¹⁵⁴ BERRY Wallace, *Structural Functions in Music*, *op.cit.* (1976).

Chapitre 3 : Principes d'organisation auditive et perception de la texture

Différentes étapes de traitement de l'information auditive ont été distinguées (McAdams et Bigand, 1993).¹⁵⁵ L'une d'elle semble directement reliée à la notion de texture : l'analyse des scènes auditives. En effet, notre environnement auditif quotidien est composé de mixtures de sources sonores diverses. La complexité des scènes auditives et la densité des textures acoustiques auxquelles nous sommes régulièrement confrontés, nous empêche de tout traiter de manière pertinente. Pour des sujets sourds, ce traitement demande un entraînement spécifique pour obtenir des résultats significatifs. Nous développerons ultérieurement cette question. C'est pourquoi un apprentissage spécifique devra être mis en place de façon régulière afin d'améliorer leurs performances. L'analyse de scènes auditives s'avère cruciale pour comprendre au mieux le monde environnant. La psychologie cognitive a décrit des principes fondamentaux pour la perception visuelle, ainsi que pour la perception auditive, notamment des règles de groupement que nous détaillerons dans notre second sous-chapitre sur l'analyse de scènes auditives chez Bregman¹⁵⁶ et Mc Adams.¹⁵⁷ Dans une perspective Gestaltiste, l'organisation perceptive procède par ségrégations des différents flux sonores. « La formation des flux est un phénomène complexe dont les nombreuses recherches de Bregman ont permis l'analyse. »¹⁵⁸ En guise d'introduction, nous expliciterons en quoi consiste la théorie de la *Gestalt*. La notion de fond/figure a surtout été repris d'un point de vue compositionnel et musicologique, dans des domaines comme l'orchestration ou le mixage notamment. La perception visuelle est la mieux connue

¹⁵⁵ MCADAMS Stephen & BIGAND Emmanuel, *Penser les sons*, Psychologie cognitive de la musique, Presses Universitaires de France, 1994

¹⁵⁶ BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mass, 1990.

¹⁵⁷ MCADAMS Stephen, *Perception et cognition de la musique*. Paris, Vrin, 2015

¹⁵⁸ JONES Mari Riess & YEE William, « L'attention aux événements auditifs : le rôle de l'organisation temporelle », in *Penser les sons*, *op. cit.*, p. 84.

car la plus étudiée. Les lois de l'organisation perceptive sont les règles qui imposent de voir des éléments de notre environnement comme un tout. Lorsque nous voyons un objet, nous en voyons simultanément la forme, la couleur, la texture, les contours, la position et éventuellement le mouvement. L'approche essentielle de Meyer (1956) a permis de mettre en lumière les processus cognitifs et émotionnels de la musique. Le fonctionnement de la musique repose sur les lois générales relatives aux relations de tension/détente. Les structures cognitives, en lien avec ces phénomènes de tension/détente, ont été formalisées sur la plan théorique et expérimental (Bigand, 1993¹⁵⁹, 2006¹⁶⁰, 2009¹⁶¹ ; Bigand, Parncutt et Lerdahl, 1996¹⁶²). Selon Emmanuel Bigand (2009), ce type de relations serait d'ailleurs, un aspect central de l'écoute musicale, permettant de lier intimement cognition et émotion.

1. La théorie de la *Gestalt*

1.1. Définition

Gestalt est un terme relativement complexe qui n'a pas vraiment d'équivalent dans les autres langues. En français, ce terme désigne tout autant la théorie de la forme, la gestalt-théorie, qu'une thérapie comportementale humaniste : la gestalt-thérapie. *Gestalten* en allemand, signifie mettre en forme, donner une structure signifiante. *Gestalt* désigne un ensemble ou une totalité organisée qui transcende ses parties constituantes. En musique, des parties d'une mélodie sont perçues dans une succession ou une séquence temporelle, mais ces parties sont perçues comme un tout, ou une *Gestalt*.

¹⁵⁹ BIGAND Emmanuel, « The influence of implicit harmony, rhythm and musical training on the abstraction of tension-relaxation schemas in tonal music phrases », *Contemporary Music Review*, Vol. 9, 1993, p. 123-137.

¹⁶⁰ BIGAND Emmanuel, *Musiciens et non-musiciens perçoivent-ils la musique différemment ?* Le Cerveau Musicien, Paris : De Boeck University, 2006.

¹⁶¹ BIGAND Emmanuel, *L'émotion dans le langage musical*, in *Parole et Musique : Aux origines du dialogue humain* sous la direction de Stanislas Dehaene et Christine Petit, Odile Jacob, 2009, p. 343-357.

¹⁶² BIGAND Emmanuel, PARNCUTT Richard, LERDHAL Fred, « Perception of musical tension in short chord sequences: the influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion, and musical training », *Perception and Psychophysics*, Vol. 58, n°1, 1996, p. 125-141.

1.2. Historique

Au début du XXe siècle, ont émergé deux courants opposés : le behaviorisme et la psychologie de la forme. Il est important de noter que la psychologie cognitive dès la fin des années 1940, de par ses fondements objectifs et formels, les remplacera et continue aujourd'hui à définir le cadre théorique des recherches en psychologie. Néanmoins, les théories du formalisme et de la *Gestalt* sont utiles pour comprendre la perception et l'expérience musicales car ce sont des principes primordiaux qui ne dépendent pas seulement d'une époque donnée. Nous verrons comment cette théorie a inspiré certains compositeurs et musicologues au cours de ce chapitre.

Conduit par Max Wertheimer¹⁶³, Kurt Koffka¹⁶⁴ et Wolfgang Köhler¹⁶⁵, la psychologie de la forme est un courant d'idées qui se développa en Allemagne dans les années 1920 et 30. Ils émigrèrent par la suite aux Etats-Unis, à cause de la montée du nazisme en Allemagne. La théorie de la *Gestalt* trouve cependant son origine avant le début du XXème siècle. Ce fut le philosophe autrichien Christian Von Ehrenfels qui développa cette théorie dans son article de 1890 « *Über Gestaltqualitäten* » (sur les qualités de formes). La question centrale réside dans le fait d'affirmer que le tout est supérieur à la somme des parties. Nous percevons d'abord un objet de façon globale avant d'en voir les parties constituantes. En musique par exemple, lorsque nous nous rappelons d'une mélodie, nous nous souvenons de sa structure globale et non d'une suite successive de notes prises isolément. De plus, la reconnaissance d'une mélodie est possible malgré l'altération de nombreux paramètres, comme la hauteur, le tempo ou le timbre. Les lois de la *Gestalt*, que nous détaillerons ci-après, mettent en forme une mélodie, grâce à une diversité de moyens sans qu'elle perde néanmoins son identité.

Ainsi, ces propriétés dites « émergentes » sont omniprésentes dans tout ce qui nous entoure :

¹⁶³ WERTHEIMER Max, « Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung », *Zeitschrift für Psychologie*, 61, 1912, p. 161-265.

¹⁶⁴ KOFFKA Kurt, *Principles of Gestalt psychology*, New York: Harcourt Brace, 1935.

¹⁶⁵ KÖHLER Wolfgang, *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand*, Erlangen: Verlag der Philosophischen Akademie, 1920.

un visage est plus qu'une paire d'yeux, un nez et une bouche par exemple.¹⁶⁶ En France, Köhler sera de loin le plus connu grâce à son ouvrage publié chez Gallimard, *La psychologie de la forme*. L'ouvrage de Paul Guillaume (1878-1962), également intitulé *La Psychologie de la forme*, paru chez Flammarion à la veille de la Seconde Guerre mondiale reste encore à ce jour un ouvrage de référence pour certains psychologues.¹⁶⁷ Merleau-Ponty, également, ne cessera tout au long de sa vie de penser la forme. Dans *La structure du comportement*, son projet est de construire une véritable philosophie de la forme qui serait en quelque sorte le prolongement de la psychologie de la forme.¹⁶⁸

1.3. Perception : une approche systémique

D'après la théorie de la *Gestalt*, comme nous venons de le décrire, nous percevons essentiellement des formes globales et non des détails. Notre cerveau réalise très rapidement une synthèse, un assemblage qui rend l'ensemble compréhensible et cohérent. L'observateur cherche à percevoir une « bonne forme ». Ainsi, il va regrouper des données similaires afin d'y chercher une continuité. Prenons le cas des étoiles : lorsque que nous admirons le ciel étoilé, notre cerveau s'organise de tel manière à percevoir des groupes et à les structurer. Il essaie d'en dégager des formes. L'étoile, unité première, sera associée à d'autres étoiles pour s'organiser en forme (*gestalt*), ce qui correspondra à la constellation. Cette approche, telle que définie par la *Gestalt* est systémique. C'est à dire multiple et globale.

1.4. Les principes de la *Gestalt* dans le domaine visuel

« La théorie de la *Gestalt* propose des lois pour rendre compte de la formation des

¹⁶⁶ EHRENFELS Chritian von, « Über Gestaltqualitäten ». *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14, 1890-1922, p. 249-292.

¹⁶⁷ GUILLAUME Paul, *La psychologie de la forme*, Paris, Flammarion, 1937.

¹⁶⁸ MERLEAU-PONTY Maurice, *La structure du comportement*. Paris, PUF, 1942, p. 143.

groupements et des configurations. »¹⁶⁹ Claude Bonnet explique qu'une « scène visuelle se compose de formes et de surfaces que l'organisme doit discriminer les unes des autres. Phénoménalement, certains éléments vont ensemble en ce qu'ils appartiennent par exemple au même objet. »¹⁷⁰

Voici les principales lois de la *Gestalt* : bonne forme, continuité, proximité, similitude, destin commun et clôture. Ces mêmes lois seront reprises par Albert S. Bregman au sujet de l'analyse de scènes auditives. Nous reviendrons en détails sur ces principes perceptifs s'appliquant également dans le domaine auditif et comment ils peuvent être illustrés à l'aide de la musique.

- **Loi de la bonne forme ou prégnance** : c'est le principe fondamental de la *Gestalt*. Nous préférons les choses simples, claires et ordonnées. Selon cette loi, les éléments s'organisent en une forme plutôt qu'une autre. C'est le cas par exemple des figures géométriques simples comme le carré, le cercle ou le triangle formant ensemble l'icône du Bauhaus.

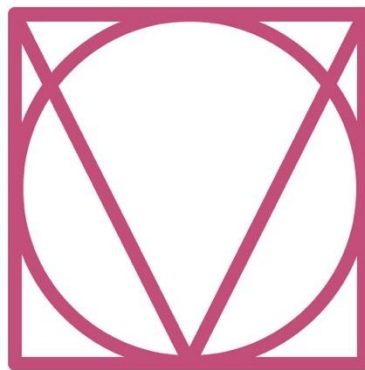


Figure 43: Illustration de la loi de prégnance.

- **Loi de la continuité** : notre œil suit les lignes que nous percevons. Lorsque la proximité des éléments visuels est importante, nous les voyons dans une continuité comme s'ils ne formaient plus qu'une seule et unique partie.

¹⁶⁹ GAPENNE Olivier et ROVIRA Katia, « Psychologie et cognition sans langage. Actualité d'une figure historique », *Intellectica*, 1999/1, n° 28, p. 229-250

¹⁷⁰ BONNET Claude, « La perception visuelle des formes », in C. Bonnet, R. Ghiglione, J.F. Richard (éd), *Traité de psychologie cognitive*, Vol. 1, Perception, Action, Langage. Paris, Dunod, 2002, p. 67.



Figure 44: Illustration de la loi de continuité.

- **Loi de proximité :** les éléments les plus proches sont spontanément associés à un même groupe. Dans cet exemple, la série de points consécutifs sera perçue comme étant un enchaînement de série de deux points.



Figure 45: Illustration de la loi de proximité

- **Le groupement par similarité :** Nous avons tendance à regrouper les éléments qui se ressemblent. Notre cerveau regroupe ces éléments semblables ayant des traits communs (forme, taille, couleur, etc.).

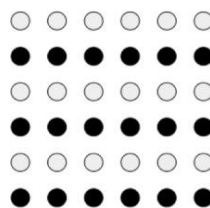


Figure 46: Illustration de la loi de similarité.

- **Loi de destin commun :** Lorsqu'un ensemble d'objets se déplace dans une direction commune, cet ensemble est perçu comment appartenant à un même groupe. Ces éléments n'ont pas nécessairement besoin de bouger pour qu'on leur attribue une synchronicité. Le plus important, c'est la destination commune.



Figure 47: Illustration de la loi de destin commun.

Dans cette photo, le mouvement de ce groupe d'oiseaux va dans la même direction.

- **Loi de Clôture** : comme pour la loi de la bonne forme, la loi de clôture cherche la simplicité. Elle est l'opposé du résultat de la loi de prégnance, car nous simplifions un ensemble, en un groupe de formes simples. Tandis qu'avec la loi de clôture, nous remplissons les vides d'une forme ou d'un ensemble de formes pour former un tout cohérent.



Figure 48: Illustrations de la loi de clôture avec notamment le célèbre logo de l'ONG pour la protection de la nature WWF (*World Wildlife Fund*).

Comme nous l'avons souligné précédemment, ces lois de l'organisation perceptives n'interviennent pas seulement pour la vision mais également pour l'audition. Quand nous écoutons une œuvre musicale, nous avons alors tendance à regrouper les sons similaires. Il est intéressant de remarquer que le groupement par similarité a été exploité par les musiciens compositeurs bien avant qu'il soit étudié par les psychologues. On a aussi tendance à regrouper les sons qui se suivent très

rapidement dans le temps. Il s'agit d'un groupement par proximité. L'apport intéressant des gestaltistes à travers les lois de l'organisation perceptive est d'avoir montré que la perception n'est pas une copie du réel mais possède ses propres lois d'organisation pouvant conduire à des rajouts ou à des suppressions dans le réel perçu.

Nous verrons dans le chapitre suivant, à travers les travaux de Bregman notamment, que les principes de l'analyse de scènes auditives, semblent mettre en évidence des principes analogues aux principes de groupements décrits par les psychologues gestaltistes. Nous nous appuierons majoritairement sur le cadre de référence théorique proposé par Bregman.

2. Analyse de scènes auditives : Bregman et McAdams

La psychoacoustique se révèle être un outil puissant pour comprendre comment le système auditif parvient à classifier les sources sonores et à les séparer. Les sons que nous percevons proviennent généralement d'un ensemble de sources acoustiques. Les ondes acoustiques émises par chacune de ces sources se propagent jusqu'à l'entrée de l'oreille où elles se combinent pour former un signal sonore unique appelé « mixture ».¹⁷¹ Cette mixture sonore qui atteint nos oreilles doit être interprétée par notre système auditif. Lorsque nous sommes entourés de signaux sonores provenant de différentes sources, ce qui entre dans l'oreille est un agrégat de vibrations complexes où toutes les sources sont entremêlées. Le rôle du système auditif est alors de déterminer ce qui appartient à quoi, et de bâtir une image cohérente du monde sonore environnant. En résumé, l'analyse de scène auditive se réfère à la capacité des auditeurs à analyser des scènes acoustiques complexes en objets cohérents. Selon Laurel Trainor, cette aptitude auditive aurait des fondements très anciens dans l'évolution.¹⁷²

La situation d'écoute la plus courante correspond à une situation où l'auditeur cherche à comprendre ce qu'un locuteur dit alors que ses paroles sont noyées dans un bruit de fond. C'est l'effet

¹⁷¹ BREGMAN, *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, op. cit., 1990.

¹⁷² TRAINOR Laurel J., « The origins of music in auditory scene analysis and the roles of evolution and culture in musical creation », *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2016, n° 370.

« Cocktail Party »¹⁷³ qui a été décrit en 1953 par Colin Cherry où il étudie l'attention auditive à l'aide d'un protocole d'écoute dichotique qui sera réutilisé plus tard par Diana Deutsch. Il consiste à faire entendre des signaux acoustiques distincts à chaque oreille à l'aide d'écouteurs. Pour Deutsch, cette situation artificielle d'écoute permettra la découverte d'illusions auditives, alors que pour Cherry il s'agit d'appréhender le pouvoir inhibiteur dans une situation de filtrage d'information. Nous reviendrons sur les illusions perceptives avec les travaux notamment de Pressnitzer dans notre quatrième sous-chapitre.

Les questions sur cette capacité essentielle de la perception auditive sont bien plus anciennes : Helmholtz s'interrogeait déjà sur notre capacité à percevoir les qualités individuelles des instruments de l'orchestre.¹⁷⁴ « Selon lui [Helmholtz], l'observateur met en œuvre des lois perceptives qui donnent naissance à l'interprétation la plus efficace de l'environnement. Ce type de raisonnement pourrait expliquer pourquoi les lois gestaltistes ont été élaborées. »¹⁷⁵ Pour réaliser cette analyse, l'auditeur utilise des informations qui doivent caractériser les différentes sources acoustiques qu'il tente d'isoler. C'est la représentation perceptive de ces traits acoustiques que l'on appelle « indices perceptifs ». Grâce à ces indices, l'auditeur peut séparer la mixture en flux auditifs. Pour parvenir à effectuer cette séparation, Bregman rend compte des processus d'analyse des scènes auditives, qui expliquent les lois décrites intuitivement par les gestaltistes : bonne forme, continuité, proximité, similitude, destin commun et clôture. Avec la collaboration du musicologue James Wright (1987)¹⁷⁶, Bregman introduit la notion essentielle de « propriété émergente ». Steve McAdams nous explique à ce sujet que « les propriétés des événements émergent de la fusion simultanée des informations acoustiques alors que les propriétés des flux émergent de l'intégration séquentielle des événements. »¹⁷⁷

¹⁷³ CHERRY Edward Colin & TAYLOR, W. K., « Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears », *Journal of the Acoustic Society of America*, Vol. 26, 1953, p. 554-559.

¹⁷⁴ HELMHOLTZ Hermann von (1877), *On the sensations of tone* (English translation A.J. Ellis, 1954), New York, Dover ; traduction française, *Théorie physiologique de la musique, fondée sur l'étude des sensations auditives*. Trad. par Georges GUEROULT et Auguste Desiré Bernard WOLFF, Paris, Masson et fils, 1868.

¹⁷⁵ DEUTSCH Diana, *Psychologie de la musique*, PUF, 1994, p. 117.

¹⁷⁶ WRIGHT James K. et BREGMAN Alfred S., « Auditory stream segregation and the control of dissonance in polyphonic music », *Contemporary Music Review*, Vol. 2, n°1, 1987, p 63-92.

¹⁷⁷ MCADAMS Stephen, *Perception et cognition de la musique*. Paris, Vrin, 2015, p. 29.

Vingt années de recherches sont alors réunies et publiées sous l'intitulé *Auditory Scene Analysis : Perceptual Organization of Sound*¹⁷⁸, où Bregman condense tous les principes de l'analyse de scènes auditives (ASA) sur les bases de deux grandes classes de mécanismes : les mécanismes de ségrégation simultanée, qui traitent les événements sonores simultanés et les mécanismes de ségrégation séquentielle, qui traitent les événements sonores ne se recouvrant pas dans le temps. En étudiant ces mécanismes, certaines caractéristiques acoustiques permettant à des sons d'être séparés ont pu être associées à des variables ou fonctions auditives. Ainsi, il a été montré que la sélectivité fréquentielle était un des facteurs déterminant pour la perception de la hauteur fondamentale. Outre la clarification de nos connaissances sur le fonctionnement de l'appareil auditif, ces études ont ouvert des pistes de réflexion pour améliorer la réhabilitation des malentendants, et plus particulièrement en milieu bruyant. Bregman explique :

Forgée par des informaticiens dans le domaine de la vision [...] l'« analyse de scènes » désigne la stratégie par laquelle l'ordinateur regroupe l'ensemble des propriétés visibles - pourtours, textures de surface, couleurs, distances, etc. - d'un même objet. Ce processus permet de déterminer la forme globale et les propriétés correctes d'un objet. Par analogie, l'analyse de scènes auditives est le processus réunissant en une unité perceptive l'ensemble des signaux provenant, dans une période de temps donnée, d'une seule source sonore de l'environnement.¹⁷⁹

Les processus d'organisation séquentielle suivent plutôt les principes de similarité et de continuité alors que les processus d'organisation simultanée reposent surtout sur le principe de destin commun.

Bregman propose également une autre catégorisation de ces mécanismes. Lorsque le processus de groupement/séparation se fait en groupant les éléments qui partagent un même indice, nous parlons plutôt de processus « primaire ». Ce type de processus est communément étudié comme

¹⁷⁸ BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, op. cit.

¹⁷⁹ BREGMAN Alfred S., « L'analyse des scènes auditives : l'audition dans des environnements complexes », McADAMS Stephen et BIGAND Emmanuel, éd., *Penser les sons*, psychologie cognitive de l'audition, Paris, Presses universitaires de France, 1994, p. 12.

bottom-up (ascendant), c'est-à-dire que l'information permettant la ségrégation circule de la cochlée vers le cerveau. Ces mécanismes devraient permettre d'exploiter de façon automatique les indices extraits par les voies auditives primaires. Par contre, il ne faudrait pas mettre de côté une possible contribution de processus basés sur des schémas de type *top-down* (descendants). Ce type de mécanisme doit permettre d'exploiter nos connaissances a priori des sons qui nous sont familiers. L'auditeur effectue un aller-retour entre les étapes perceptives élémentaires et les processus de traitement de haut niveau (représentations mentales, prise de décision, inférence, interprétation).

Stephen McAdams résume sous forme d'organigramme les cinq processus de traitement de la reconnaissance auditive :

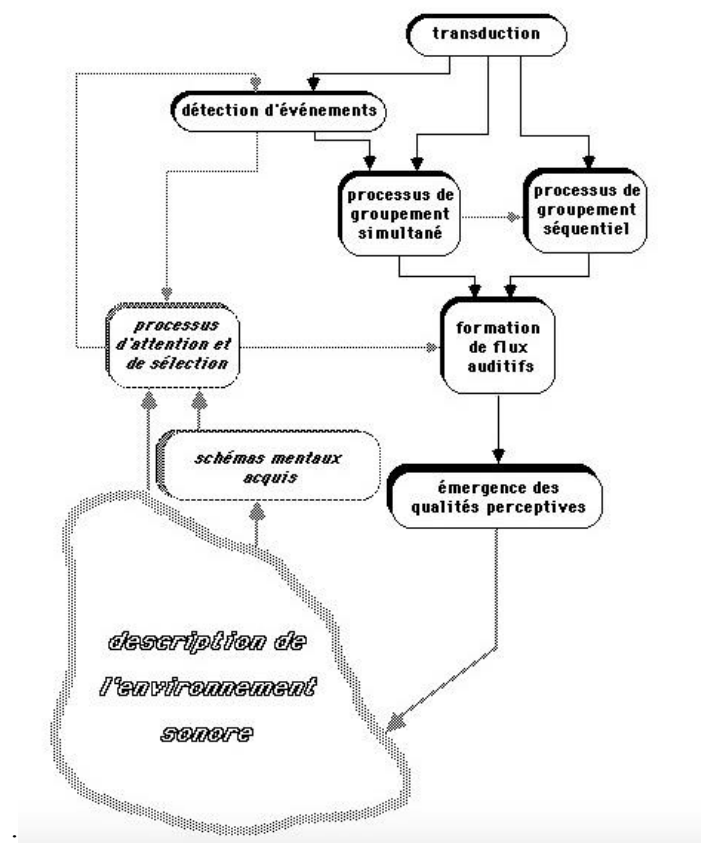


Figure 49 : Schémas des étapes de traitement qui interviennent dans la reconnaissance et l'identification.¹⁸⁰

¹⁸⁰ MCADAMS Stephen, « La reconnaissance de sources et d'événements sonores », in S. McAdams et E. Bigand (éd.), *Penser les sons : La psychologie auditive de l'audition*, Paris, PUF, 1994, p. 157-213.

2.1. Le groupement simultané

Les mécanismes du groupement simultané reflèteraient le mieux notre capacité à comprendre la parole dans le bruit par exemple. Spontanément, les auditeurs groupent ensemble les composants acoustiques simultanés qui commencent et s'arrêtent en même temps. Les fréquences entendues sont liées harmoniquement. Nous sommes par exemple capables de fusionner les harmoniques d'un saxophone pour former une image auditive cohérente et reconnaissable de l'instrument.¹⁸¹

Les processus de ce type de groupement font appel aux indices suivants :

- **L'harmonicité** : lorsqu'un ensemble de sons présente des fréquences harmoniques (multiples entiers de la fréquence fondamentale), celles-ci fusionnent. La perception de la hauteur en est un bon exemple, car toutes les harmoniques fusionnent en une seule hauteur. Ce processus « consiste plus en l'annulation d'un masque harmonique plutôt qu'en l'extraction d'une cible harmonique. »¹⁸²
- **La localisation** : « le système auditif tend à grouper les éléments acoustiques de même provenance spatiale et à séparer ceux qui proviennent d'azimut différents »¹⁸³. Le système auditif utilise donc des processus de localisation pour l'analyse des scènes auditives. La spatialité s'avère être un indice majeur dans l'acte d'écoute d'un individu entouré d'autres personnes conversant.
- **Le synchronisme des attaques et des chutes** : les sources concurrentes sont rarement synchrones (sons commençant, variant et se terminant simultanément). Ainsi, une asynchronie d'attaque donnera l'impression d'une perception d'objets multiples.
- **Le synchronisme de modulation** : quand plusieurs sources simultanées sont concurrentes,

¹⁸¹ LALITTE Philippe, *Contribution de l'analyse de scène auditive à l'analyse de la performance*. IXe congrès européen d'Analyse musicale (CEAM - Euromac 9) / 9th European Music Analysis Conference, Juin 2017, Strasbourg, France.

¹⁸² PAQUIER Mathieu, « Traitement du bruit et de la parole par le système auditif chez l'entendant et le déficient auditif », *Les Cahiers de l'Audition*, Vol. 26, 2013, p. 19.

¹⁸³ RENARD Christian et AZÉMA Bernard, *Précis d'Audioprothèse, Production, phonétique acoustique et perception de la parole*, Elsevier Masson, Chapitre 5 – Données fréquentielles et temporelles de la perception de la parole, 2005, p. 291.

les sons modulés en amplitude et/ou en fréquence de façon identique sont regroupés.

2.2. Le groupement séquentiel

Comme le souligne le musicologue Philippe Lalitte, « le groupement séquentiel se fonde soit sur le principe de similarité ou de continuité des événements (hauteur, timbre, sonie ou position spatiale), soit sur le principe de proximité temporelle entre les événements. »¹⁸⁴ L'organisation séquentielle crée certains aspects de l'expérience musicale comme le rythme et la mélodie.

- **Le premier principe est la similarité** : le système auditif interprète deux événements sonores évoluant dans le temps comme appartenant à deux sources sonores distinctes si les sons appartiennent à deux régions fréquentielles éloignées comme une flûte et un piano par exemple. Cet éloignement conduit de fait, à la perception de timbres différents. Par contre si les sons sont proches du point de vue fréquentiel, il ne percevra qu'une seule source. Les tâches de streaming sont le plus souvent utilisées pour l'étudier.¹⁸⁵ Enfin, deux événements séparés dans l'espace seront plus facilement séparés en flux distincts que deux événements rapprochés. Il peut donc s'agir d'une similarité de hauteur, de timbre, de position spatiale, de sonie, etc.

- **Le deuxième principe est associé à la proximité temporelle** : le rythme et le tempo jouent également un rôle important dans la perception de l'organisation auditive séquentielle. Selon Bregman et Campbell, si une suite de six sons est présentée lentement, on entendra un seul flux auditif de six notes ; a contrario, si le tempo est rapide, une fission perceptive se produit et deux flux de trois sons seront perçus.¹⁸⁶ Les indices temporels sont donc mobilisés dans ce processus qui s'établit suivant les modifications des propriétés acoustiques des événements acoustiques au cours du temps.

¹⁸⁴ *Op. cit.*, LALITTE Philippe, « Contribution de l'analyse de scène auditive à l'analyse de la performance. »

¹⁸⁵ GRIMAULT Nicolas, BACON Sid P., MICHEYL Christophe, « Auditory stream segregation on the basis of amplitude-modulation rate », *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 111, 2002, p. 1340-1348.

¹⁸⁶ BREGMAN Alfred S. & CAMPBELL Jeffrey, « Primary auditory stream segregation and perception of order in rapid sequences of tones », *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 89, n°2, 1971, p. 244-249.

2.3. Le groupement segmentationnel

McAdams distingue un groupement supplémentaire impliqués dans la formation d'une scène auditive, à savoir le groupement segmentationnel ou segmental.¹⁸⁷

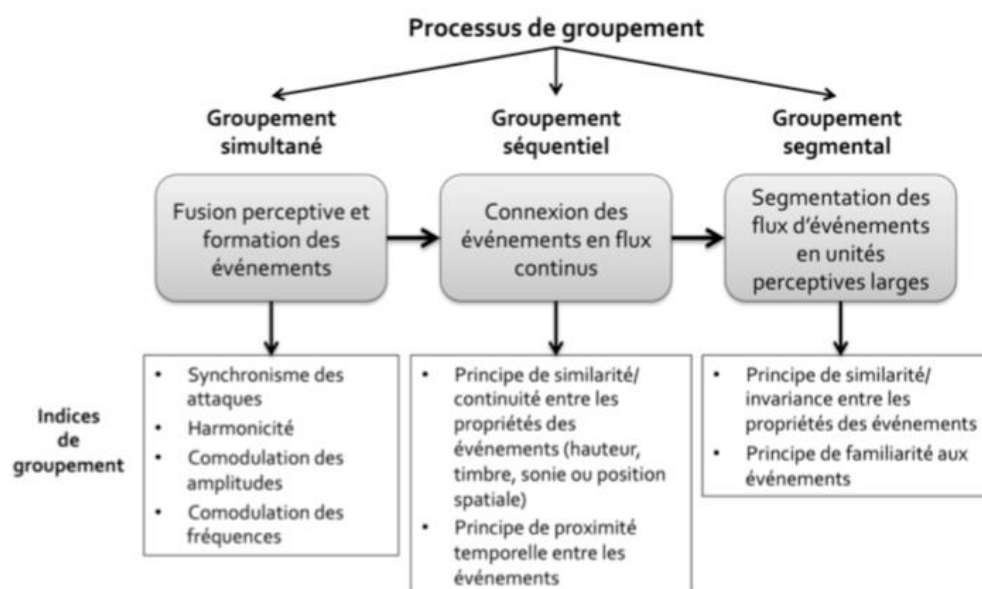


Figure 50: Différents types de groupements et leurs effets perceptifs.¹⁸⁸

Ce groupement affecte le « découpage » des flux en unités musicales plus larges, telles que les motifs, les phrases et les thèmes. Les principes de similarité et d'invariance (tonalité, mode, métrique, rythme, harmonie, texture...) et le principe de familiarité (ce que l'auditeur a déjà entendu au cours de la pièce musicale notamment) sont employés dans ce groupement par segmentation. Dans ce contexte, les processus de groupement auditif sont impliqués dans de nombreuses pratiques d'orchestration, notamment la fusion de timbres d'instruments due à un groupement simultané, la ségrégation de mélodies basée sur des différences de timbre dans le groupement séquentiel, et des échanges de type réponse ou écho par le biais de contrastes orchestraux pour le groupement

¹⁸⁷ MCADAMS Stephen, *Perception et cognition de la musique*, op. cit.

¹⁸⁸ GOODCHILD Meghan et MCADAMS Stephen, « Perceptual Processes in Orchestration », in *The Oxford Handbook of Timbre*, Oxford University Press, 2018.

segmentationnel. Tout comme dans le groupement séquentiel, il met en œuvre également les principes de similarité et d'invariance (tonalité, mode, harmonie, métrique, rythme, texture...) et le principe de familiarité (ce qui a déjà été entendu au cours du déroulement d'un morceau ainsi que les reprises).

Dans une perspective analytique, on pourrait rapprocher la dimension verticale de la texture du groupement simultané et la dimension horizontale des groupements séquentiel (échelle temporelle locale) et segmental (échelle temporelle plus large). Dans la musique après 1945, et notamment dans les musiques qui accordent une importance majeure au timbre, à la texture et à l'espace, le groupement segmentationnel correspond à des qualités sonores émergentes telles que la densité (opacité vs transparence), l'étendue (large vs étroite), le centre de gravité tonal (léger vs lourd), la brillance (clair vs sombre), la dissonance sensorielle (rugueux vs soyeux) pour la dimension verticale. Alors que la striation (pulsé vs lisse), la régularité (fluide vs saccadé), la vitesse (rapide vs lent), la stabilité (mouvant vs statique) et la densité temporelle (aéré vs compact) illustrent plutôt la dimension horizontale.

2.4. Les processus de concurrence entre ces trois groupements

Nous avons énoncé précédemment chez Bregman et McAdams, les différents principes perceptifs concernant les groupements simultanés, séquentiels et segmentationnels. En musique, ces trois ensembles de principes opèrent en même temps afin de créer une représentation mentale cohérente avec la conduite des sources sonores de notre environnement.¹⁸⁹ Le processus d'analyse de scène auditive est considéré comme réussi lorsque l'image auditive formée est cohérente en séparant correctement chaque source et chaque flux auditif. Cependant, il peut arriver que les indices ne soient pas cohérents entre eux ce qui conduit à tromper le cerveau qui fait alors émerger une image auditive ne correspondant pas aux sources et aux flux du monde physique, et qui, par voie de conséquence,

¹⁸⁹ *Op. cit.*, MCADAMS Stephen, p. 46.

créée des ambiguïtés perceptives ou des chimères auditives. Le phénomène de concurrence a été étudié par Bregman et Pinker.¹⁹⁰ Ils ont élaboré des stimuli sonores afin de comprendre comment interagissaient ces principes d'organisation séquentielle et simultanée. Il en résulte que plusieurs principes opèrent en compétition : d'une part, la proximité fréquentielle (sons conjoints) concernant l'organisation séquentielle et d'autre part l'harmonicité et le synchronisme des attaques pour l'organisation simultanée. En musique, d'autres principes peuvent potentiellement entrer en concurrence comme la modulation des fréquences et des amplitudes ainsi que la proximité des timbres. Une autre étude du musicologue Wright et de Bregman a montré comment les compositeurs et théoriciens du XVI^{ème} siècle se servaient intuitivement de ces principes d'organisation auditive dans leurs compositions.¹⁹¹ Par exemple, les principes du contrepoint soulèvent les mêmes problématiques qu'ont rencontrés Bregman et Pinker, car nous retrouvons une compétition entre synchronisme harmonique et proximité mélodique. Nous reparlerons de cela en détails dans notre chapitre sur les liens entre la texture, l'ASA et les illusions auditives.

3. Application des principes de la Gestalt à la musique

3.1. Chez Meyer

Dans son ouvrage, *Emotion and meaning in music*¹⁹², Léonard B. Meyer, en exposant le fondement musical essentiel de la musique tonale, à savoir la relation tension/détente au cœur des émotions, est véritablement le premier à intégrer les principes psychologiques de la gestalt à un discours sur la musique. Bien que son travail soit centré sur l'aspect émotionnel, il s'agit assurément d'un travail d'analyse musicale et non pas d'esthétique. C'est justement cette caractéristique qui rend son travail exceptionnel et fait de lui un pionnier. Il tente de se distinguer du courant dominant de

¹⁹⁰ BREGMAN Albert S. et PINKER Steven, « Auditory Streaming and the Building of Timbre », *Canadian Journal of Psychology*, vol. 32, 1978, p. 19-31.

¹⁹¹ *Op. cit.*, WRIGHT James K. et BREGMAN Alfred S., p. 68.

¹⁹² *Op. cit.*, MEYER Leonard B, *Emotion and Meaning in Music*, 1956.

l'analyse de la musique de son époque en intégrant le sujet ou la perception et non pas seulement l'objet, c'est à dire la partition. « Les théoriciens de la musique, en règle générale, se sont attachés à élucider la grammaire et la syntaxe de la musique plutôt que les significations ou les expériences affectives auxquelles elle donne lieu. »¹⁹³

Nous pensons tout particulièrement aux travaux d'Ernst Kurth, avec notamment *Musikpsychologie* écrit en 1931.¹⁹⁴ Ce dernier ouvrage publié par le théoricien vise à jeter les fondements de la psychologie de la musique, prolongeant la « *Tonpsychologie* » de Carl Stumpf et synthétisant les trois grands livres grâce auxquels Kurth s'est fait connaître : le premier sur Bach, le deuxième sur Wagner et le dernier sur Bruckner. Il s'est d'ailleurs beaucoup intéressé à la musique de Debussy car cette nouvelle écoute, totalement affranchie du modèle cognitif propre à la musique tonale, ne s'applique plus à l'accord pris isolément mais aussi à la succession des accords. Ce qui signifie que cette succession d'accords entendue ne s'inscrit plus dans un réseau de relations syntaxiques gouvernés par un principe général, celui de la logique tonale, mais forme une progression qui justifie sa seule couleur, sa texture propre.¹⁹⁵ Kurth parlait déjà de « flux de forces » parcourant la matière acoustique et de « traits sonores fusionnés » pouvant être déchirés par « des lignes qui ressortent »¹⁹⁶, ce qui n'est pas sans rappeler la notion de texture chez Meyer.

La grande originalité de Meyer a été d'appliquer les grands principes de la *Gestalt* dans le domaine de l'écoute musicale et non pas seulement dans celui de l'audition. L'écoute musicale s'inscrit alors dans un véritable processus communicationnel. Ainsi les notions de style et d'acculturation inscrivent ce processus dans une dimension culturelle et écologique, multipliant ainsi les paramètres pertinents dans l'étude de l'écoute musicale. Meyer va donc considérer les principes de groupement dans les termes d'une « attente perceptive ». Dans son deuxième chapitre, il nous explique que « les attentes nées de la nature même des processus mentaux humains sont toujours conditionnées par des

¹⁹³ *Ibid.*, p. 55.

¹⁹⁴ KURTH Ernst, *Musikpsychologie*. Berlin, Max Hesse, 1931, 2e éd. 1947.

¹⁹⁵ LELEU Jean-Louis, *La construction de l'idée musicale : Essais sur Webern, Debussy et Boulez*, éditions Contrechamps, 2015, p. 101-111.

¹⁹⁶ KURTH Ernst, *Selected Writings* (sous la dir. de I. Bent), Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

possibilités et probabilités inhérentes aux matériaux et à leur organisation tels qu'ils se présentent dans un style musical donné. »¹⁹⁷ Car, selon Meyer, l'émotion musicale serait le résultat de nos attentes : elles peuvent être provisoirement inhibées, voire complètement frustrées. Nous pouvons dire que Meyer adapte ici à l'écoute musicale, la loi de la continuité, puisque ces attentes déterminent la valeur affective que l'auditeur attribue à la musique. Selon le philosophe Gaston Bachelard, « l'action musicale est discontinue, (et) c'est notre résonance sentimentale qui lui apporte la continuité. »¹⁹⁸ La continuité s'exprime comme une tendance au prolongement de l'organisation la plus simple. Une « bonne continuation » est celle qui est attendue.

Afin d'expliquer cela, le musicologue américain se réfère aux travaux de Koffka et à la *Gestalt* en nous renseignant sur la texture musicale notamment et pour démontrer comment le fonctionnement des structures musicales (rythme, régularité, symétrie) est à la base de l'évocation des émotions, en contribuant à la satisfaction de l'esprit (loi de prégnance). Par exemple, Meyer souligne la nécessité d'une répartition figure-fond dans le domaine visuel, tandis que dans « l'espace auditif, en musique, il n'y a pas de fond établi ; il n'existe pas de stimulation continue et nécessaire par rapport à laquelle toutes les figures devraient être perçues ». ¹⁹⁹ Selon lui, notre cerveau est capable d'organiser de multiples façons les données que nous percevons. Pour cela, il énonce cinq manières distinctes :

- **Une figure unique sans fond**, comme une composition pour instrument seul,
- **Plusieurs figures sans fond**, comme une polyphonie où nous percevons clairement les différentes parties séparément,
- **Une figure accompagnée par un fond**, comme les textures homophoniques du XVIII^e et XIX^e siècle,
- **Un fond seul**, comme dans l'introduction d'une œuvre,
- Une superposition de petits motifs similaires sans être identique, comme dans les textures

¹⁹⁷ *Ibid.*, p. 91.

¹⁹⁸ BACHELARD Gaston, *La dialectique de la durée*, Paris, PUF, 1950, p. 116.

¹⁹⁹ MEYER Leonard B., 1956, *op. cit.*, p. 222-234.

hétérophones.²⁰⁰

3.2. Chez James Tenney et Larry Polansky

A la suite de Meyer, d'autres musicologues se sont intéressés à la théorie de la *Gestalt* et en ont tiré des fondements pour élaborer leurs propres théories analytiques. Par exemple dans le modèle de James Tenney et Larry Polansky²⁰¹, les auteurs proposent quatre niveaux hiérarchiques de la *Gestalt* temporelle :

- **Element** : il n'est pas divisible perceptuellement en plus petite unité.
- **Clang** : correspond à une succession de deux éléments, ou plus.
- **Segment** : correspond à une succession de deux Clang, ou plus.
- **Section** : correspond à une succession de deux segments, ou plus.

La pièce entière correspond quant à elle à un autre niveau.

Dans cet article, Tenney et Polansky ont réalisé une analyse segmentationnelle de *Densité 21,5* de Varèse en comparant avec celle de Nattiez. Seule pièce pour instrument soliste de Varèse, *Densité 21,5*, créée en 1936, est sa pièce la plus jouée et la plus représentée de son catalogue discographique. Elle est également sa pièce la plus analysée. L'analyse de Nattiez, une des plus complètes sur le sujet, repose sur une analyse paradigmatique.²⁰² Il a mis en évidence notamment l'alternance systématique des mouvements intervalliques ascendants et descendants. Quant à Tenney et Polansky, ils se basent sur deux lois de la *Gestalt-theory* afin d'établir des critères de segmentation perceptivement plausibles, telles que la proximité temporelle et la similarité intervallique : « La formation perceptuelle des

²⁰⁰ *Ibid.*, p. 223.

²⁰¹ TENNEY James et POLANSKY Larry, «Temporal gestalt perception in music», *Journal of Music Theory*, XXIV, n° 2, 1980, p. 205-241.

²⁰² NATTIEZ Jean-Jacques, « Varèse's Density 21.5: A study in semiological analysis », *Music Analysis*, n° 1, 1982, p. 243-340.

Gestalt temporelles à n'importe quel niveau hiérarchique est déterminée par un certain nombre de facteurs de cohésion et de ségrégation, dont les plus importants sont la proximité et la similarité. »²⁰³

222

SECTIONS
SEQUENCES
CLAUDES
HIERARCHICAL
STRUCTURE
FROM HATTIES
(1973)

Copyright 1946 by Colfranc Music Publishing Corp.
Used by permission.

Example 5. Edgard Varèse: *Density 21.5*

Figure 51: Extrait de l'analyse de Tenney et Polansky, p. 222.

Les différentes lois de la *Gestalt* sont repérées spontanément par l'auditeur. Elles lui permettent de grouper et de séparer les flux auditifs. Les expériences référées à ces modes de discrimination ont été synthétisées par Diana Deutsch.²⁰⁴ Célestin Deliège explique à ce sujet : « De telles règles ne sont sans doute pas limitatives des normes de groupement, mais leur seule énumération constitue un guide précieux pour la psychologie, la pédagogie, mais surtout, on voudrait l'espérer, pour la composition musicale : leur apparente consistance et leur universalité semblent pouvoir inspirer une démarche imaginative. »²⁰⁵

²⁰³ *Ibid.*, TENNEY and POLANSKY, p. 208: « The perceptual formation of TGs at any hierarchical level is determined by a number of factors of cohesion and segregation, the most important of which are proximity and similarity. »

²⁰⁴ DEUTSCH Diana, « Grouping mechanisms in music », in D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music*, 1982, p. 99-134, New York, Academic Press. *The processing of pitch combinations*, in D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music*, p. 271-316.

²⁰⁵ DELIEGE Célestin, *Invention musicale et idéologie 2, Mutations historiques et lectures critiques de la modernité*, Bruxelles, Éditions Mardaga, 2007, p. 124.

3.3. La Théorie Générative de la Musique Tonale (TGMT)

En 1973, le compositeur Leonard Bernstein donne une série de conférences à Harvard et appelle les chercheurs à proposer une grammaire musicale comparable à la théorie de la « grammaire générative » de Noam Chomsky. Ce dernier propose une nouvelle théorie du langage basée sur le postulat d'une grammaire universelle par définition dépourvue de contraintes sémantiques. En réponse à cela, dès l'année suivante, l'institut de technologie du Massachusetts, le célèbre MIT, organise un séminaire sur musique et langage où le compositeur musicologue Fred Lerdahl s'associe au linguiste Ray Jackendoff pour proposer une théorie générative de la musique tonale.²⁰⁶ Cette théorie, appelée TGMT, travaille également sur la question de groupement des structures musicales selon les principes de la *Gestalt*. Cette théorie propose un ensemble de règles formelles expliquant comment les auditeurs pourraient dégager la structure d'une pièce de musique sous forme d'une hiérarchie d'événements. Il est important de souligner qu'autant Meyer que Lerdahl et Jackendoff partagent l'idée selon laquelle une pièce de musique tonale possède une structure fortement hiérarchisée où chaque événement s'intègre dans un réseau de relations. La TGMT décrit la façon dont les processus mentaux d'un « auditeur expérimenté » répondent à la structure musicale, reprenant l'idée du linguiste américain Chomsky d'un « parleur écoutant idéal ». Les unités de base de la grammaire musicale de Lerdahl et Jackendoff correspondent à des notes ou à des accords, alors que nous parlons de phonèmes en langage. Le développement de cette théorie a été influencé par la théorie d'Heinrich Schenker (1935), notamment par le concept des structures sous-jacentes à la surface musicale.²⁰⁷ Sa théorie s'apparente également à la théorie de la *Gestalt*, qui lui est contemporaine, et plus généralement, elle se rattache au développement de la phénoménologie et du structuralisme du début du XX^{ème} siècle.

Ainsi, quatre types de structures sont définies et décrivent l'organisation d'une pièce de

²⁰⁶ LERDAHL Fred, JACKENDOFF Ray, *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, MIT Press, 1983, p. 37-68.

²⁰⁷ SCHENKER Heinrich, *L'Écriture Libre* (1935), Seconde édition revue et adaptée par Oswald Jonas. Trad. De l'allemand par N. Meeùs. Titre Original : *Der freie Satz* (Neue musikalische Theorien und Phantasien, vol. 3). Liège, Mardaga, 1993.

musique :

- **La structure de groupe (« *grouping structure* »)** : l'auditeur perçoit un ensemble de notes qu'il regroupe intuitivement en unités de différentes longueurs. Ces unités proposent une hiérarchie de groupements mélodico-rythmiques : motifs, périodes, phrases, etc...



Figure 52: Exemple de représentation de la structure de groupe avec le début du *Scherzo* de la *Sonate* de Beethoven *opus 2, n°2*, Extrait de Lerdahl and Jackendoff (1983), p. 15.

Les accolades représentent les différents groupes d'éléments et leur hiérarchie.

- **La structure métrique (« *metrical structure* »)** : à partir de la pulsation, l'auditeur dégage une hiérarchie d'accents qui dépend de la mesure, tels que les temps forts et les temps faibles.



Figure 53: Exemple de représentation de la structure métrique avec le début de la *Symphonie en sol mineur* de Mozart. Extrait de Lerdahl and Jackendoff (1983), p. 23.

Dans la représentation des structures métriques de la TGMT, le nombre de points verticaux indique le niveau hiérarchique : plus il y a de points, plus le niveau est fort. Les premiers temps de chaque mesure sont des temps forts : 4 points dans la représentation de la structure métrique.

- **La réduction des trames temporelles (« *time-span reduction* »)** : elle s'appuie sur les deux niveaux hiérarchiques précédents pour former un arbre temporel avec plusieurs niveaux

d'enchâssements.



Figure 54: Représentation des structures de groupe et métrique de l'Ouverture du Menuet de la Symphonie n° 104 de Haydn. Extrait de Lerdahl and Jackendoff, p. 26.

La TGMT repose sur l'interaction entre structures de groupes et structures métriques. Celle-ci peut conduire à certaines ambiguïtés, notamment dans un contexte d'écoute de musique contemporaine. Les structures métriques et de groupement servent à l'auditeur à hiérarchiser les événements en laps de temps afin de déterminer quels événements sont les plus importants structurellement parlant. C'est là qu'intervient la notion de réduction empruntée à la théorie de Schenker : certaines notes sont ornementales, d'autres sont structurelles. Cependant, Lerdahl et Jackendoff ne reprennent pas à leur compte l'idée que toute composition est prolongation d'une structure fondamentale (*Ursatz*).

- **La réduction prolongationnelle (« *Prolongational Reduction* »)** : elle est fondée sur l'augmentation ou la réduction de la tension tonale. Elle exprime les relations de tension et de détente entre les éléments musicaux ainsi que la stabilité des événements en termes de continuité et de progression, de degré d'ouverture et de fermeture.



Figure 55 : Exemple d'une réduction prolongationnelle de *Là ci darem la mano* de *Don Giovanni* de Mozart : les branchements à droite représentent les éléments de tension et ceux de gauche la détente, extrait de Lerdahl and Jackendoff, p. 200.

Ces deux dernières catégories sont essentiellement basées sur le principe de la stabilité tonale.

This figure provides a detailed generative analysis of the first phrase of the Aria from the Goldberg Variations by J.S. Bach. The analysis is presented in several layers:

- Top Layer:** A tree diagram with five levels labeled 'niveau a' through 'niveau e'. The root is 'niveau a', which branches into 'niveau b' (left) and 'niveau c' (right). 'niveau b' further branches into 'niveau d' and 'niveau e', while 'niveau c' branches into 'niveau d' and 'niveau e'. The labels 'niveau d' and 'niveau e' appear on both sides of the tree.
- Middle Layer:** A musical score with a treble and bass clef. Vertical dashed lines connect the notes in the score to the corresponding nodes in the tree above. Below the score, there are brackets and labels 'a', 'b', 'c', 'd', 'e' indicating structural groupings.
- Bottom Layers:** Four separate musical staves, each labeled 'niveau a', 'niveau b', 'niveau c', and 'niveau d' from top to bottom. These staves show the reduction of the original notes to their essential harmonic structure (dyads or triads) at each level. The notes are represented by circles with stems, and some have accidentals.

 On the right side of the diagram, there are two vertical labels: 'Réduction des prolongations' (aligned with the tree) and 'Réduction des trames temporelles' (aligned with the bottom staves).

Figure 56: Analyse générative de la première phrase de *l'Aria des Variations Goldberg* de Bach.

Pour chacune de ces structures, la TGMT définit un nombre limité de règles permettant de prédire les structures hiérarchiques perçues par les auditeurs : règles de bonne formation, règles préférentielles et règles transformationnelles.

En conclusion, la TGMT a posé un cadre de référence dans l'étude de la perception musicale en décrivant des principes de structuration des événements musicaux au cours du temps. Cette théorie repose sur un ordre très précis d'opérations. Emmanuel Bigand en a proposé une représentation schématique :

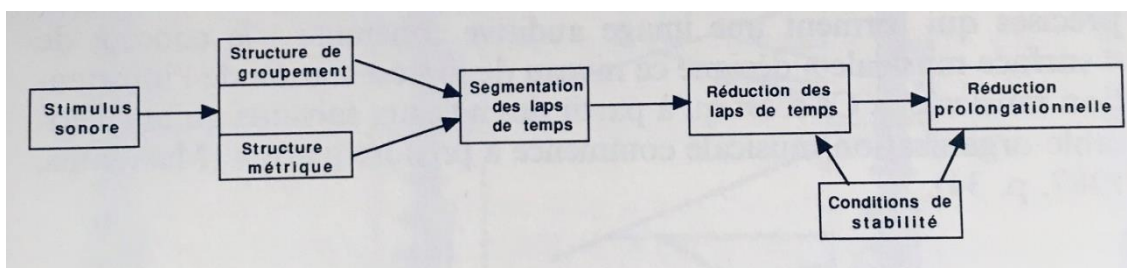


Figure 57: Représentation schématique de la TGMT (d'après E. Bigand, 1994).²⁰⁸

La TGMT a révolutionné la recherche en sciences cognitives de la musique en servant de base théorique à de nombreuses études expérimentales (Bigand²⁰⁹, Deliège²¹⁰, Krumhansl²¹¹). Selon Sloboda notamment, cette théorie marque l'âge de maturité de cette discipline.²¹² Elle a permis une meilleure compréhension de la perception des structures syntaxiques de la musique tonale, néanmoins la TGMT a complètement laissé de côté les aspects sonores de la musique : dynamique, timbre, texture et espace. Cela reste une vision très graphocentrique de la musique.

Afin de visualiser l'ensemble de la TGMT, voici le diagramme général proposé par les

²⁰⁸ BIGAND Emmanuel, « Contribution de la musique aux recherches sur la cognition auditive humaine », in S. McAdams et E. Bigand (éd.), *Penser les sons : La psychologie auditive de l'audition*, Paris, PUF, 1994, p. 267.

²⁰⁹ BIGAND Emmanuel, « Traveling through Lerdahl's Tonal Pitch Space Theory: A psychological perspective », *Musicae Scientiae*, Vol. 7, n°1, 2003, p. 121-155.

²¹⁰ DELIEGE Irène, « Grouping conditions in listening to music: An approach to Lerdahl & Jackendoff's grouping preference rules », *Music Perception*, n° 4, 1987, p. 325-359.

²¹¹ CLARKE Eric F. et KRUMHANSL Carol L., « Perceiving Musical rime », *Music Perception*, Vol. 7, 1990, p. 213-253.

²¹² SLOBODA John Anthony, « Cognition and real music: the psychology of music comes of age », *Psychologica Belgica*, Vol. 26, 1986, p. 199-219.

auteurs :



Figure 58 : Diagramme général de la théorie de Lerdhal et Jackendoff.²¹³

3.4. Le modèle Implication-Réalisation de Narmour

Eugene Narmour, disciple de Léonard Meyer, développe le concept d'implication proposé par ce dernier. Pour cela, Narmour propose une théorie de la cognition des structures mélodiques simples sous le nom de *Implication-realization model*.²¹⁴ Ce modèle d'implication-réalisation s'inspire lui aussi des principes d'organisation de la psychologie de la Gestalt. Cette théorie postule deux systèmes perceptuels distincts: les systèmes d'implication mélodique ascendants et descendants. Tandis que les principes des premiers sont considérés comme étant câblés, innés et universels, les principes des seconds sont censés être appris et donc dépendants de l'expérience musicale. Ce modèle est centré sur les intervalles. En particulier, les petits intervalles mélodiques impliquent un processus (l'intervalle

²¹³ *Op. cit.*, p. 10.

²¹⁴ NARMOUR Eugene, *The analysis and cognition of basic melodic structures: the implication-realisation model*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, p. 431.

réalisé va dans le même sens que l'intervalle implicatif et sera de taille similaire), tandis que les grands intervalles mélodiques impliquent un renversement (l'intervalle réalisé est dans une direction différente de celle de l'intervalle implicatif et est de taille plus petite). Bien que ce modèle soit présenté de manière très analytique, il a une pertinence psychologique car il avance des hypothèses sur des principes de perception généraux qui sont spécifiés de manière précise et quantitative et peuvent donc faire l'objet d'une investigation empirique (Krumhansl, 1995 ²¹⁵; Schellenberg, 1996 ²¹⁶, 1997 ²¹⁷). Narmour considère que la tonalité est un intervalle de seuil assumant la fonction d'un intervalle petit ou grand (c'est-à-dire impliquant un prolongement ou un renversement) en fonction du contexte. Les cinq principes sur lesquels se base Narmour sont : la « direction liée au registre », la « différence d'intervalle », le « retour au registre », la « proximité », et la « fermeture ».

De ce fait, Narmour développe ses arguments à partir d'un ensemble d'axiomes de base, presque sous la forme d'une preuve mathématique. Il interprète finalement la mélodie comme un assemblage de structures mélodiques élémentaires pouvant être identifiées à plusieurs niveaux hiérarchiques. Les structures mélodiques individuelles ne comprennent que quelques notes séquentielles et sont supposées émerger d'implications mélodiques déterminées de manière innée. Narmour insiste sur le fait que les principes fondamentaux d'implication qui génèrent une structure mélodique sont déterminés de manière innée et reflètent les lois de la Gestalt. Cette affirmation suggère que le modèle devrait être applicable à toutes les mélodies : tonales occidentales, post-tonales, pré-tonales et non occidentales.

Enfin, le modèle de Narmour a été une source d'inspiration pour plusieurs autres modèles d'attentes musicales qui ont repris en partie les principes sur lesquels il est basé (Schellenberg et al.,

²¹⁵ KRUMHANSL Carol L., « Effects of musical context on similarity and expectancy », *Systematische Musikwissenschaft*, Vol. 3, n°2, 1995, p. 211-250.

²¹⁶ SCHELLENBERG E. Glenn, « Expectancy in melody: Tests of the implication-realization model », *Cognition*, Vol. 58, 1996, p. 75-125.

²¹⁷ SCHELLENBERG E. Glenn, « Simplifying the implication-realization model of melodic expectancy », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 14, n°3, 1997, p. 295-318.

2002²¹⁸ ; Margulis, 2005²¹⁹; Pearce & Wiggins, 2006²²⁰).

4. Application de l'ASA dans la musique

Les principes de l'analyse de scènes auditives ont été utilisés pour l'analyse de la texture musicale, quelles que soient les périodes dans l'histoire de la musique. Comme l'a affirmé Bregman bien que l'organisation de la texture puisse résulter d'un style musical particulier « elle est basée sur l'organisation générale de l'audition ».²²¹ Dans la littérature scientifique, il n'existe que relativement peu de travaux appliquant les principes de l'ASA à la musique. David Huron (1989)²²² a proposé une catégorisation des quatre textures de base en se fondant sur la co-modulation de fréquence (mouvement similaire ou parallèle) et sur la synchronie des attaques. Dans son récent ouvrage, *Voice leading, The Science behind a Musical Art*. (2016),²²³ nous détaillerons comment Huron a étudié les bases perceptives de la conduite des voix en s'appuyant sur les principes de l'ASA.

4.1. L'analyse de la texture dans *Eight Lines* de Steve Reich (1983)

Steve Reich a posé les fondements de son esthétique dans son ouvrage de référence *Music as Gradual Process* (1968)²²⁴ dans lequel il explique ceci : « Je veux pouvoir entendre le processus se produire tout au long du déploiement sonore de la musique. Pour faciliter une écoute d'une grande

²¹⁸ SCHELLENBERG E. Glenn, ADACHI Mayumi, PURDY Kelly T. & MCKINNON Margaret C., « Expectancy in Melody: Tests of Children and Adults », *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 131, 2002, p. 511-537.

²¹⁹ MARGULIS Elizabeth Hellmuth, « A model of melodic expectation », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 22, n°4, 2005, p. 663-714.

²²⁰ PEARCE Marcus T. & WIGGINS Geraint A., « Expectation in melody: The influence of context and learning », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 23, n°5, 2006, p. 377-405.

²²¹ BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, op. cit. p. 457.

²²² HURON David, « Voice Denumerability in Polyphonic Music of Homogeneous Timbres », *Music Perception*, Vol. 6, n° 4, 1989, p. 361-382.

²²³ HURON David, *Voice leading, The Science behind a Musical Art*, Cambridge, MIT Press, 2016.

²²⁴ REICH Steve, « Music as a gradual process », in *Writings on music 1965-2000*. New-York, Oxford University Press, 2002, p. 34-36.

précision, le processus musical doit être extrêmement progressif. »²²⁵ Il s'agit du premier texte théorique de la musique minimale répétitive dont la critique et les études consacrées à Reich, se sont le plus inspirées :

Je ne veux pas parler du processus de composition, mais plutôt de morceaux de musique qui sont, littéralement, des processus. Le trait pertinent des processus musicaux, c'est qu'ils déterminent simultanément l'ensemble des détails note après note et la totalité de la forme. Ce qui m'intéresse, ce sont les processus que l'on puisse percevoir. Je veux être à même d'entendre un processus dans son déroulement sonore. Pour que l'écoute soit fine et précise, un processus musical devrait se produire très graduellement.²²⁶

Nous utiliserons pour mettre en avant les propos du compositeur, l'œuvre *Eight Lines*, où la texture et les processus sont singulièrement fusionnés. De plus, Philippe Lalitte souligne le fait que « La texture est l'un des moyens privilégiés par Steve Reich pour manipuler des indices perceptifs afin de créer des fusions ou des ségrégations de flux auditifs, des patterns virtuels, des percepts bistables et des attentes musicales. »²²⁷

Eight Lines a été composée entre 1978 et 1983, et créée par le Steve Reich Ensemble, orchestre exclusivement destiné à sa musique, qu'il a fondé en 1966. Elle a été écrite pour deux quatuors à cordes, deux pianos, deux flûtes et piccolo, deux clarinettes en si bémol et deux clarinettes basses. Cette pièce se compose de procédés canoniques et implique la déconstruction et la reconstruction de motifs répétés.

L'écoute d'une pièce musicale implique des processus perceptifs et des focus attentionnels différents selon l'échelle de temps concernée (locale, intermédiaire ou globale). La texture est l'un des moyens privilégié par Steve Reich pour manipuler des indices perceptifs afin de créer

²²⁵ REICH Steve, *Différentes phases*, Paris, Cité de la musique-Philharmonie de Paris, 2016, p. 39.

²²⁶ *Op. cit.*, REICH Steve, *Music as a gradual process*.

²²⁷ LALITTE Philippe, « Temporalité et texture dans "Eight Lines" de Steve Reich : de la perception locale à la forme expérientielle. » *Musicologies nouvelles*, Éditions Musicales Lugdivine 2017, Les temps de la musique (thèmes Agrégation 2018) 4, p. 66-76.

des fusions ou des ségrégations de flux auditifs, des patterns virtuels, des percepts bistables et des attentes musicales.²²⁸

Philippe Lalitte a proposé une analyse centrée sur l'écriture de la texture chez le compositeur minimaliste américain Steve Reich pour qui le souci d'induire des stratégies d'écoute spécifiques chez l'auditeur est primordiale. En accord avec la description de la texture proposée par Bregman, dans l'analyse de scènes auditives²²⁹, Lalitte nous expose une analyse pertinente basée sur trois niveaux hiérarchiques différents :

- « Les primitives de la texture à échelle de temps locale »,
- « La stratification et échelle de temps intermédiaire »,
- « Le regroupement de plusieurs types de textures à une échelle de temps globale ».

Concernant le premier niveau, Reich favorise une ambiguïté perceptive en multipliant les instruments et les timbres identiques, ce qui aboutira à une ambiguïté sur la position des temps forts, et à l'émergence d'un flux auditif dans le registre grave. « À une échelle de temps locale, la texture des primitives est donc conçue pour produire des ambiguïtés perceptives ou des patterns virtuels (non écrits dans la partition) qui offrent à l'auditeur différentes possibilités d'orienter son écoute. »²³⁰ Selon Deutsch, en référence à la règle de proximité de la *Gestalt* psychologie et aux travaux sur l'ASA de Bregman :

La proximité est une puissante loi d'organisation dans la perception des structures de hauteur des sons. C'est particulièrement vrai pour des séquences de notes présentées en un tempo rapide. Lorsque les notes d'une telle séquence sont issus de registres de hauteurs différentes, l'auditeur perçoit deux lignes mélodiques en parallèle, l'une qui correspond aux notes les plus aiguës, l'autre aux notes les plus graves. Les compositeurs ont fréquemment exploités ce phénomène

²²⁸ *Ibid.*, LALITTE Philippe.

²²⁹ *Op. cit.*, BREGMAN Alfred S, 1990.

²³⁰ *Op. cit.*, LALITTE Philippe.

perceptif.²³¹

C'est pourquoi dans le cas des parties de piano combinées d'*Eight Lines*, le cerveau tend à regrouper les notes les plus graves des deux parties de piano. (Cf figure ci-dessous, les cellules entourées de pointillés). Ce flux émergent n'est pas écrit spécifiquement sur la partition, c'est pourquoi nous pouvons parler d'illusions auditives. Nous développerons cette notion dans notre chapitre suivant dédié à ce sujet.

Figure 59: Pianos 1 & 2, altos et violoncelles (chiffre 9), extrait de Philippe Lalitte.²³²

Dans le second niveau hiérarchique, l'échelle temporelle semi-globale correspond à ce que l'on pourrait nommer un « présent perceptif élargi ». Philippe Lalitte fait ici référence au « présent perceptif » défini par Paul Fraisse comme étant un acte mental unifié, indispensable à la perception du successif.²³³ Selon Lalitte, « le procédé de remplacement graduel des silences par des notes se

²³¹ Diana DEUTSCH. « La perception des structures musicales ». In *Psychologie de la musique*, sous la direction d'Arlette Zenatti. Paris, Presses Universitaires de France, 1994, p. 118.

²³² *Op. cit.*, LALITTE Philippe, p. 68.

²³³ FRAISSE Paul, *Psychologie du temps*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957.

situé dans un temps semi-global qui pourrait correspondre au « présent perceptif élargi ». Ce procédé consiste à ne pas présenter un pattern complet dès son apparition dans la pièce, mais à le construire note après note jusqu'à sa complétude. » Dans cette œuvre, Philippe Lalitte souligne le fait que Reich compose la texture en offrant à l'auditeur différentes possibilités de focalisation auditive. À une échelle temporelle semi-globale, en utilisant des procédés tels que le remplacement des silences par des notes, l'étirement temporel d'accords, les fondues d'entrée et de sortie ou la répétition sans changement d'une mélodie, Reich agit sur le degré de prégnance des patterns qui seront perçus, selon la stratégie d'écoute choisie, comme une figure ou un fond.

Pour finir, dans la troisième partie de cette analyse, au sujet du regroupement de plusieurs types de textures à une échelle de temps globale, selon le compositeur, « le trait sans doute le plus intéressant, cependant, consiste en ce que la transition entre les sections a été rendue aussi peu abrupte que possible, par des chevauchements entre les parties, ce qui fait qu'il est parfois difficile de savoir quand une section finit et quand la suivante commence ». ²³⁴ En effet, le fait de délimiter précisément les frontières à l'audition, en raison des chevauchements de sections, se révèle être fort complexe. Philippe Lalitte nous explique que « la transition entre les sections est réalisée avec la technique du fondu d'entrée ou de sortie qui fait progressivement émerger ou disparaître une ou plusieurs strates de la texture. ». Ainsi Reich, grâce aux éléments de continuité, de retour, de renouvellement ou de rupture qui jalonnent sa pièce, induit chez l'auditeur des phénomènes d'attente et de tension/relâchement, largement décrit par Leonard Meyer.

4.2. Voice leading, The Science behind a Musical Art de David Huron

Dans *Voice leading* ²³⁵, David Huron fournit une explication scientifique en démontrant

²³⁴ REICH Steve, *Écrits et entretiens sur la musique*, Christian Bourgeois éditeur, Paris, 1981, p. 129-130.

²³⁵ HURON David, 2016, *op. cit.*, p. 263.

pourquoi certaines textures musicales sont plus convaincantes que d'autres pour l'oreille humaine. En s'appuyant sur les règles de l'analyse de scènes auditives, Huron développe une argumentation convaincante sur les principes fondamentaux du système auditif humain régissant la perception des textures musicales. Les musiciens et les auditeurs doivent pouvoir entendre le mieux possible les voix d'une polyphonie, d'un motet, d'une fugue, d'une symphonie, etc. Une texture claire, avec des parties distinctes, qui ne se masquent pas ou qui ne fusionnent pas facilite la ségrégation des flux auditifs et donc la construction mentale d'une image auditive cohérente. Si un musicien choisit de créer une musique dans laquelle deux ou plusieurs parties ou voix simultanées sont destinées à être perçues distinctement, certaines règles de préférences doivent être observées. Huron souligne que les règles du contrepoint ne se sont pas formées de manière arbitraire, elles correspondent aux principes de l'organisation auditive humaine. Au total, douze principes de l'analyse de scène auditive sont évoqués : tonicité, fusion harmonique, masquage auditif, continuité, proximité de la hauteur, co-modulation de la hauteur, asynchronisme des attaques, densité limitée, différenciation du timbre, localisation de la source, attention et attente.

De plus, Huron a établi 37 règles préférentielles de conduite des voix, parmi lesquelles :

- La règle d'étendue : préférer les notes situées entre Mi 1 et Sol 4, centrées autour de Ré 3.
- La règle du son soutenu : préférer des sons continus ou en succession serrée, avec peu de longs silences.
- La règle d'espacement : préférer un espacement large entre les notes les plus graves d'un accord.
- La règle des intervalles parallèles : éviter les unissons, quintes et octaves parallèles.
- La règle des attaques asynchrones : préférer des attaques asynchrones entre les voix.
- La règle du mouvement conjoint : éviter les grands intervalles.

- La règle de préparation oblique : à l'approche d'un unisson, d'une quinte ou d'une octave, il est préférable de conserver la même hauteur dans l'une des voix, etc.

Dans ce livre, Huron revient sur le concept d'« attention », introduit par l'auteur une décennie plus tôt, pour expliquer comment, parmi de nombreux autres principes de perception, les auditeurs peuvent se concentrer sur différents niveaux de la structure musicale hiérarchique (Huron 2007).²³⁶ Nous reviendrons longuement sur ce concept au cours du chapitre dédié aux émotions.

Par exemple, nous savons que la séparation des sources sonores est l'un des moyens les plus efficaces d'améliorer la ségrégation des flux (Divenyi et Oliver 1989)²³⁷. Bien que ce principe soit assez évident dans les œuvres électroacoustiques, il a été beaucoup moins exploré dans les périodes précédentes, à l'exception remarquable des œuvres antiphonales de Giovanni Gabrieli. Le terme de « *Cori Spezzati* », littéralement « chœurs rompus », était utilisé pour décrire la division des effectifs utilisés (voix et/ou instruments) et la séparation dans l'espace des groupes qui en résultent. Cet effet antiphonal est caractérisé par un aller-retour alternatif du son, d'un bout à l'autre de la pièce, ou d'un haut-parleur à l'autre sur une chaîne stéréo. Dans la Venise de la fin du XVI^{ème} et du début du XVII^{ème} siècle, Giovanni Gabrieli a largement utilisé cet effet en divisant le chœur en deux afin de créer une sorte de polychoralité. Cette disposition s'est répandue après la publication des « *Salmi spezzati* » d'Adrien Willaert (1550) dont les deux groupes étaient installés dans les deux tribunes d'orgue de la basilique Saint-Marc à Venise. Pour des raisons pratiques, Huron développe ce principe en soulignant le fait que les musiciens ont besoin d'un bon retour visuel et auditif pour pouvoir jouer ensemble.

Ainsi, *Voice leading* permet de créer des outils d'analyse et de conception de scènes musicales allant au-delà des règles de la musique instrumentale occidentale canonique. Les œuvres de Tristan Murail (*Gondwana* et *L'esprit des Dunes*) en sont des exemples typiques.²³⁸ Ces œuvres bénéficient

²³⁶ HURON David, « On the Role of Embellishment Tones in the Perceptual Segregation of Concurrent Musical Parts », *Empirical Musicology Review*, Vol. 2, n°4, 2007, p. 123-39.

²³⁷ DIVENYI Pierre L. and OLIVER Susan K., « Resolution of Steady State Sounds in Simulated Auditory Space », *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 85, n°5, 1989, p. 2042-52.

²³⁸ BERNARDES Gilberto, « David Huron, Voice Leading: The Science Behind a Musical Art », *Portuguese Journal of Musicology*, Vol. 4, n°1, 2017, p. 219-226.

en particulier d'une analyse de la musique fondée sur la perception et une analyse de la texture où la ségrégation des flux est révélée grâce à un renouvellement de l'espace sonore. Dans *Gondwana* (1980, pour grand orchestre), Murail s'appuie sur le modèle de la synthèse par modulation de fréquence, inventé par le compositeur John Chowning, « pour constituer des champs harmoniques et développer des processus d'interpolation entre divers spectres instrumentaux. »²³⁹ L'idée principale est de transformer un son de cloche en un son de trombone. Dans *L'esprit des Dunes* (1993-94) pour onze instruments et sons de synthèse, Philippe Lalitte nous relate le fait qu'une « grande part de la magie qui émane de *L'Esprit des dunes* provient de ces illusions sonores qu'a su distiller Murail au sein de sa partition. On croit entendre des sons réels - le vent, la tempête, des voix -, mais ce ne sont que des mirages, des sons entièrement synthétisés dont l'ambiguïté ne fait que renforcer l'impression de mystère. »²⁴⁰

4.3. Le monde du studio d'enregistrement

Dans une tout autre perspective, les principes de l'ASA peuvent être appliqués aux techniques de l'enregistrement musical. Par exemple, une des techniques importantes utilisées par l'ingénieur du son est l'emplacement spatial des nombreuses pistes enregistrées dans deux, trois, ou plusieurs haut-parleurs espacés. L'un des aspects de l'art du mixage consiste à décider quelles pistes enregistrées seront mélangées dans le même haut-parleur, ou seront séparées en plusieurs haut-parleurs, etc. Les solutions sont multiples. Dans cette perspective, Woszczyk et Bregman (2005)²⁴¹ nous explique qu'il serait normal de postuler qu'en mélangeant deux sons A et B, dans le même haut-parleur ou dans tous les haut-parleurs, ils se mélangeront aisément et si on désire les mélanger dans des haut-parleurs séparés, ils seront perçus comme plus distincts. Cependant, séparer deux sons stables dans l'espace

²³⁹ LALITTE Philippe, « Le spectre d'une voix, analyse de *L'esprit des dunes* de Tristan Murail. » In Szendy P. (Eds.), *Tristan Murail*, Paris, L'Harmattan/Ircam-Centre Georges Pompidou, 2002, p. 59-102.

²⁴⁰ *Ibid.*, p. 70.

²⁴¹ WOSZCZYK Wieslaw, BREGMAN Albert S., « Creating mixtures: The application of auditory scene analysis (ASA) to audio recording », *Audio anecdotes*, AK Peters, 2005.

ne les rend pas plus faciles à séparer. La séparation spatiale semble fonctionner en accentuant la ségrégation qui repose sur d'autres différences entre les sons. De façon judicieuse, leurs attaques ne se chevauchent pas exactement dans le temps, leurs hauteurs ne changent généralement pas en parallèle. Par conséquent, Bregman et Woszczyk soulignent le fait que l'ingénieur du son peut utiliser efficacement les différences spatiales pour séparer les signaux, en particulier lorsqu'ils diffèrent par leurs caractéristiques temporelles et lorsque leur différence de distance ou de séparation angulaire est grande.

Dans le quatrième chapitre sur le filtrage et l'équalisation, ces chercheurs mettent en avant que :

Le groupement séquentiel des sons est affecté par leurs timbres : cela signifie que l'oreille pourra plus facilement suivre le même instrument ou la même voix au fil du temps si son timbre est unique. Le timbre peut affecter la perception de deux manières : (a) en fournissant des fonctionnalités que l'auditeur peut suivre volontairement dans le temps; et (b) en influençant le regroupement automatique des sons dans une séquence. Il n'est pas du tout certain que chaque fonctionnalité autorisant le suivi volontaire constitue également une base pour le groupement séquentiel automatique.²⁴²

Chaque instrument musical a une structure de formant distincte, qui lui fournit une « signature auditive » pouvant être suivie dans le temps. Cependant, la structure transitoire (début et décalage) ainsi que l'enveloppe dynamique et les fluctuations sont également très importantes pour l'identification et le suivi d'une source sonore. De plus, la « luminosité », la « netteté » et la « rugosité » sont des caractéristiques d'identification essentielles. L'utilisation de filtres et d'égaliseurs peuvent jouer un rôle dans l'accentuation des différences de luminosité et peuvent modifier l'équilibre spectral des formants et des transitoires.

²⁴² *Ibid.*, p. 15. « the sequential grouping of sounds is affected by their timbres; this means that the ear will be more easily able to follow the same instrument or voice over time, if it has a unique timbre. There are two ways in which timbre might affect perception: (a) by providing features that the listener can track voluntarily over time; and (b) by influencing the automatic, bottom-up grouping of the sounds in a sequence. It is by no means certain that every feature that permits voluntary tracking is also a basis for automatic sequential grouping. » (traduction personnelle)

Dans le cas de la synchronisation temporelle (chapitre 5)²⁴³, Woszczyk et Bregman parle de l'intérêt de l'utilisation de « l'effet *rubato* » où l'ingénieur du son peut décaler dans le temps certaines pistes par rapport à d'autres. Par exemple, retarder ou avancer une piste par rapport aux autres pendant la post-production peut être utilisé pour synchroniser des pistes enregistrées sans synchronisation avec d'autres. Cela peut augmenter l'intégration perceptuelle du groupe d'instruments lorsque cela est souhaité notamment. Les auteurs ont l'espoir que les recherches dans ce domaine aideront les ingénieurs du son à améliorer leur technicité.

Nous avons déjà abordé la question de l'enregistrement musical dans notre chapitre précédent, avec entre autre le modèle de la *Sound Box* d'Allan Moore, et l'analyse de la texture chez Zak et Moylan où les principes de groupement chez Bregman et McAdams (1979)²⁴⁴ ont été repris dans leurs travaux. Dans son ouvrage *Understanding and Crafting the Mix : The Art of Recording*²⁴⁵, William Moylan nous expose sa conception du son et de l'enregistrement en se focalisant dès le début sur la nature acoustique du son et de ses différents paramètres physiques. Il poursuit en décrivant comment notre système auditif transforme ce son lors de l'écoute et quelles sont les implications pour notre perception. Dans son troisième chapitre, il est question de forme et de structure musicale, d'organisation et de hiérarchie sonore. En s'inspirant de la théorie de l'analyse de scène auditive de Bregman, Moylan met particulièrement en avant les caractéristiques timbrales, qu'il nomme « *sound quality* », car selon lui, elles peuvent déterminer si une source sonore pourra se détacher des autres ou au contraire se fondre dans un ensemble. Il a recours à des modes de transcription alternatifs qui reflètent concrètement les préoccupations d'un créateur de musique pop. Pour l'étude des timbres et des textures, Moylan avait déjà exposé cette méthode d'analyse dans *The Art of Record Production* en 1992.²⁴⁶ Cet ouvrage propose un cadre de référence et un vocabulaire qui décrit les principaux

²⁴³ *Ibid.*, p. 17.

²⁴⁴ BREGMAN Albert S. et MCADAMS Stephen, « Hearing Musical Streams », *Computer Music Journal*, Vol. 3, n° 4, 1979, p. 26-43.

²⁴⁵ MOYLAN William, *Understanding and Crafting the Mix: The Art of Recording*, 2^e édition, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2002.

²⁴⁶ MOYLAN William, *The Art of Record Production: The Creative Resources of Music Production and Audio*, 1^{ère} édition New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

paramètres considérés dans la production de musiques populaires enregistrées tels que les caractéristiques de l'espace, le contour, l'enveloppe spectrale et l'intensité. Sa démonstration est appuyée par une série de graphiques décrivant ces paramètres à partir de la manière dont l'auditeur ou le créateur devrait les percevoir. Voici un graphique illustrant la perception des distances fréquentielles pour chaque strate sonore de la pièce « *A Day in the Life* » :

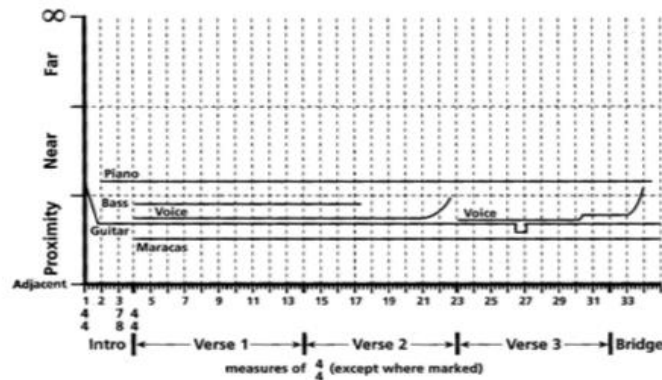


Figure 60: Évaluation des distances des strates sonores de la pièce *A Day in the Life* des Beatles

Un autre psycho-acousticien William Yost a fourni une liste similaire en décrivant ces indices de fusion : la séparation spectrale, le profil spectral, l'harmonicité, la séparation temporelle, la synchronisation des attaques et des chutes ainsi que les modulations d'amplitude et de fréquence.²⁴⁷

5. Texture, ASA et illusion auditive

« La vie a besoin d'illusions, c'est-à-dire de non-vérités tenues pour des vérités. »

Friedrich Nietzsche (1844-1900), *Le livre du philosophe*.

Notre connaissance du monde est façonnée par nos sens qui nous renseignent sur notre

²⁴⁷ YOST William A., *Fundamentals of Hearing: An Introduction*, 5e éd., San Diego, Brill Academic Press, 2006.

environnement. Mais nos sens peuvent être trompés. La question des illusions est au cœur de l'approche occidentale depuis l'antiquité. Les illusions auditives ont commencé à susciter l'intérêt des communautés scientifiques et musicales, essentiellement à partir de la seconde moitié du XXème siècle. Par définition, « la perception est une interaction de l'information extraite du monde par les sens avec des connaissances déjà acquises sur ce monde. Lorsque ces deux types d'informations ne coïncident pas, une illusion perceptive en résulte. »²⁴⁸ Au tout début des années cinquante, les recherches de George Miller et Joseph Licklider ²⁴⁹, de Richard Warren ²⁵⁰ ont mis en évidence les phénomènes de nature illusoire, notamment les effets de continuité et de complétion ou l'effet « *Picket Fence* ».

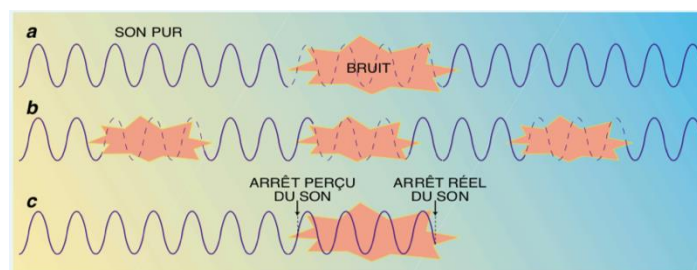


Figure 61: Illustration de l'effet de continuité.

Par exemple pour illustrer l'effet de continuité, lorsqu'un son pur est coupé par un ou plusieurs silences, il sera logiquement perçu comme interrompu. Par contre, lorsque des bruits d'intensité supérieure à celle du son pur remplacent le silence, le son semble ne pas s'interrompre (a) et l'alternance de sons purs et de bruits brefs génère le même effet (b). Et lorsque le son pur se poursuit pendant le bruit et s'arrête en même temps que lui, le son pur paraît s'arrêter quand le bruit commence (c).

En 1957, la naissance de la synthèse sonore par ordinateur sous l'impulsion de Max

²⁴⁸ MAMASSIAN Pascal et LE CORRE François, « Des illusions dans tous les sens », *L'Essentiel Cerveau et Psycho* n° 12, novembre 2012-janvier 2013.

²⁴⁹ MILLER George A. et LICKLIDER Joseph C. R., « The intelligibility of interrupted speech », *Journal of the Acoustical Society of America*, n° 22, 1950, p. 167-173.

²⁵⁰ WARREN Richard M. et WARREN Roslyn P., « Auditory Illusions and Confusions », *Scientific American*, vol. CCXXIII, n° 6, décembre 1970, p. 30-36.

Mathews²⁵¹ marque un tournant capital dans l'histoire des illusions auditives.²⁵² Le premier programme de synthèse Music III (1959) est réalisé par une équipe de la Division Recherche de la Bell Telephone Laboratories dirigée par Mathews, dont fait partie le compositeur Jean-Claude Risset : l'informatique musical est née. Cette synthèse par ordinateur donne l'accès au « son organisé » dont Edgar Varèse rêvait depuis le début du XXème siècle. Au demeurant, le compositeur s'est véritablement passionné pour ces travaux.

Il nous semble important de mentionner une œuvre singulière de Varèse, *Poème électronique* (1958), quelquefois nommée *L'homme et la machine*, même si elle a été totalement conçue de manière analogique (magnétophone) et non pas avec des ordinateurs. Varèse utilisa des voix, des cloches, de l'orgue, un ensemble de free jazz (avec Charlie Mingus, Teo Macero, etc.) ainsi que des sons électroniques à travers une série de filtres, modulateurs en anneau, distorsions, fondus et diverses manipulations de la bande magnétique telles que mises à l'envers et changements de vitesse. Cette pièce musicale a été composée pour le spectacle « *lumière, couleur, rythme, son, image* » conçu par Le Corbusier et Xenakis (en tant qu'architecte) dans le cadre de la construction du Pavillon Philips à l'exposition universelle de Bruxelles en 1958. Théoriquement divisé en sept séquences, l'ouvrage place le spectateur au centre d'émotions et de sensations visuelles, fruit d'une collaboration fructueuse entre photographes, cinéastes, éclairagistes, tandis que l'électroacoustique permettait à Varèse de déclencher une composition sonore et mobile conçue en fonction de l'espace. Il fut composé en 3 pistes, et spécialement conçu pour le lieu où il devait être joué sur 450 haut-parleurs. Grâce à la synthèse sonore, explique Jean-Claude Risset, il est devenu possible de « faire surgir des illusions en construisant des structures sonores spécialement conçues pour faire jouer certains mécanismes perceptifs ».²⁵³ De même, Ligeti s'est passionné pour la *musique-machine*. Avec des œuvres comme

²⁵¹ MATHEWS Max, « The digital computer as a musical instrument. », *Science, New Series*, Vol. 142, No. 3592 (1963), p. 553-557.

²⁵² FERON François-Xavier, « Propositions pour une typologie des phénomènes sonores insolites. » *Hybrid. Revue des arts et médiations humaines*, Labex Arts H2H/Presses Universitaires de Vincennes, 2015, Réalités de l'illusion.

²⁵³ RISSET Jean-Claude, « Composer le son : expériences avec l'ordinateur, 1964-1989 », *Contrechamps n° 11*, « Musiques électroniques », 1990, p. 112.

Poème symphonique pour 100 métronomes et *Continuum* pour clavecin, Ligeti a créé des illusions auditives. Joseph Delaplace nous relate que « l'utilisation des mécanismes qui se détraquent [...] montre l'importance que revêt pour Ligeti la question d'une musique- machine ».²⁵⁴ Lorsque Ligeti compose *Poème symphonique pour 100 métronomes* en 1962, Pierre Michel nous explique que « les décalages et transformations dus à la superposition de différents tempi, ainsi que les illusions d'accélération et de ralentissement qui en résultent auront une influence capitale sur la conception rythmique de certaines œuvres ultérieures. »²⁵⁵ Dans *Continuum pour clavecin*, créée en 1968, Ligeti joue délibérément sur ces *trompe-l'oreille* en proposant une organisation perceptive basée sur la ségrégation des flux auditifs.²⁵⁶ Cette œuvre a fait l'objet de nombreuses analyses : nous pensons tout particulièrement à celle d'Emilios Cambouropoulos et Costas Tsougras²⁵⁷ et à celle de Douglas, Noble et McAdams²⁵⁸, plus récente, basées sur les principes de l'ASA de Bregman. Ces principes nous semblent un point d'entrée fondamental pour une analyse approfondie de la texture musicale et pour comprendre la façon dont l'auditeur la perçoit. Le fait d'utiliser une seule valeur rythmique répétée régulièrement à un tempo extrêmement rapide permet à Ligeti d'opérer des subtils changements de hauteurs de manière imprévisible, brisant cette régularité rythmique initiale. En s'appuyant sur les recherches de son temps en psycho-acoustique, Ligeti postulait que pour qu'une succession de notes jouées au clavecin soit perçue comme un continuum sonore, le nombre de notes devait être de 18 par seconde.²⁵⁹

Selon Douglas et al., d'autres facteurs entrent en ligne de compte dans la perception de ce continuum. Le taux d'attaque requis pour la perception de la masse sonore n'est pas une valeur absolue,

²⁵⁴ DELAPLACE Joseph, *György Ligeti. Un essai d'analyse et d'esthétique musicales*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2007, p. 131.

²⁵⁵ MICHEL Pierre, *György Ligeti, compositeur d'aujourd'hui*, Paris, Minerve, 1985, p. 60-61.

²⁵⁶ FERON François-Xavier, « L'art du Trompe-l'oreille rythmique », *Intermédialités : histoire et théorie des arts, des lettres et des techniques*, n° 16, Rythmer/Rhythmize, 2010, p. 145- 165.

²⁵⁷ CAMBOUROPOULOS Emilios et TSOUGRAS Costas, « Auditory Streams in Ligeti's Continuum: A Theoretical and Perceptual Approach », *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, vol. 3, n° 1-2, printemps-automne 2009, p. 119-137.

²⁵⁸ DOUGLAS Chelsea, NOBLE Jason et MCADAMS Stephen, « Auditory Scene Analysis and the Perception of Sound Mass in Ligeti's Continuum », *Music Perception*, vol. 33, n° 3, 2015, p. 287-305.

²⁵⁹ LIGETI György, *György Ligeti in Conversation with Peter Varnai*, Josef Hausler, Claude Samuel and himself. London: Eulenburg. 1983.

comme cela a été suggéré par le compositeur lui-même. Il interagit avec d'autres facteurs musicaux et psychoacoustiques tels que la durée, le registre, le timbre et l'organisation musicale. La structure de la hauteur et le contexte subjectif semblent également pertinents, comme le laissaient prévoir les principes de l'analyse de scène auditive.

Ce processus compositionnel produit de magnifiques illusions auditives. Pressnitzer, Suied et Shamma (2001)²⁶⁰ ont également abordé la question de l'illusion auditive dans la musique chez Ligeti. Ils ont appliqué un modèle de calcul de l'ASA (modèle de cohérence) inspiré de la neurophysiologie du système auditif afin de comparer le degré de cohérence temporelle dans deux extraits de pièces d'orchestre de Ligeti : *Lontano* (1967) et *San Francisco Polyphony* (1973-1974) Ligeti disait lui-même : « Oui, c'est vrai, je travaille souvent avec les illusions acoustiques, très analogues aux illusions d'optique, à de fausses perspectives, etc. Nous ne connaissons pas très bien les illusions acoustiques. Mais elles sont très analogues et on peut faire des choses très intéressantes dans ce domaine. »²⁶¹

Ces *phénomènes sonores insolites* ont beaucoup fasciné les compositeurs, qui ont cherché à les imiter avant de les placer, pour certains d'entre eux, au cœur même de leur démarche compositionnelle. Ainsi, la synthèse numérique a permis l'invention de sons très particuliers donnant lieu à des illusions acoustiques, comme les mouvements illusoire des sources sonores de John Chowning (1971)²⁶², la gamme chromatique perpétuelle de Roger N. Shepard (1964)²⁶³, les accélérations perpétuelles de Kenneth Knowlton (1964)²⁶⁴ ou encore les *glissandi* infinis ou

²⁶⁰ PRESSNITZER Daniel, SUIED Clara and SHAMMA Shihab A., « Auditory Scene Analysis: the sweet music ambiguity », *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 5, n° 158, 2011, p. 1-10.

²⁶¹ SABBE Herman, « Gyorgy ligeti, illusions et allusions », *J. New Music Res.* Vol. 8, 1979, p. 11–34. « Yes, it is true, I often work with acoustical illusions, very analogous to optical illusions, false perspectives, etc. We are not very familiar with acoustical illusions. But they are very analogous and one can make very interesting things in this domain. » (traduction personnelle)

²⁶² CHOWNING John, « The simulation of moving sound sources », *Journal of the Audio Engineering Society*, vol. 19, n. 1, 1971, p. 2-6.

²⁶³ SHEPARD Roger N., « Circularity in judgments of relative pitch », *J. Acoust. Soc. Am.* Vol. 36, 1964, p. 2345–2353.

²⁶⁴ KNOWLTON Kenneth C., « A computer technique for producing animated movies », Washington, D.C., April 21-23, 1964, p. 67-87.

paradoxaux de Jean-Claude Risset.²⁶⁵ Le scientifique américain Shepard réalise un équivalent auditif à *l'escalier perpétuel* de Penrose (cf. figure ci-après).²⁶⁶ Ce procédé s'appuie sur la synthèse préalable par ordinateur des « *Shepard tones* », des sons périodiques complexes qui résultent de l'addition de signaux sinusoïdaux de même intensité, séparés par des intervalles d'octave. La structure spectrale correspond à un empilement d'octaves, « ce qui a pour effet de rendre la tessiture de chaque son ambiguë (il est difficile d'estimer à quelle octave se situe la note).²⁶⁷ Quand plusieurs sons se succèdent pour former les degrés d'une gamme ascendante ou descendante, et si nous la répétons plusieurs fois, nous obtenons alors l'illusion d'un mouvement perpétuellement ascendant ou descendant.

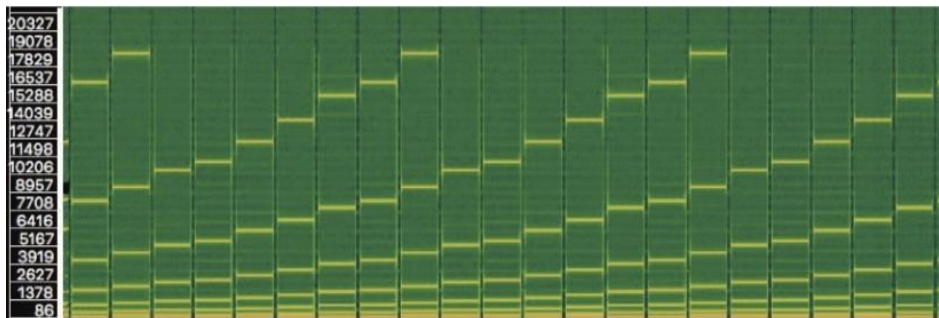


Figure 62 : Sonagramme d'une gamme de Shepard (échelle des fréquences linéaires).²⁶⁸

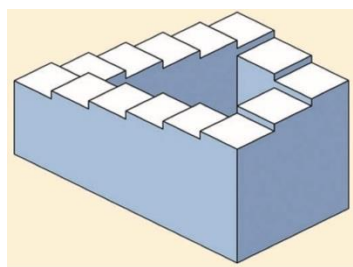


Figure 63 : *L'escalier de Penrose* (Deutsch, 2010).²⁶⁹

²⁶⁵ DEHAENE Stanislas et PETIT Christine, *Parole et musique : Aux origines du dialogue humain*. Odile Jacob, 2009, p. 324.

²⁶⁶ PENROSE Lionel S. et PENROSE Roger, « Impossible Objects: A Special Type of Illusion », *British Journal of Psychology*, Vol. 49, n° 1, 1958, p. 31–33.

²⁶⁷ *Op. cit.*, FÉRON François-Xavier, « L'Art du « trompe-l'oreille » rythmique », p. 159.

²⁶⁸ BOBÉE Emmanuelle, « La partition sonore et musicale de « Dunkerque » (C. Nolan, 2017). « Une expérience sensorielle inédite », *Revue musicale OICRM*, Vol. 5, n°2, 2018, p. 125–148.

²⁶⁹ DEUTSCH Diana, « The Paradox of Pitch Circularity », *Acoustics Today*, Vol. 6, n° 3, Juillet 2010, p. 8.

Quant à Jean-Claude Risset, il a réussi à le transcrire dans le domaine rythmique en s'inspirant des travaux de Kenneth Knowlton.²⁷⁰ Le compositeur nous éclaire sur ce processus de synthèse sonore :

Dans le processus de synthèse, on est à la source des choses : on peut composer les timbres comme des accords ; on peut transformer intimement les sons de synthèse en modifiant l'évolution dans le temps de leurs composantes. On peut ainsi orienter à son gré l'écoute vers une appréhension fusionnée, focalisée, globale, synthétique, ou au contraire dissociée, distribuée, locale, analytique. On peut fondre des objets sonores en textures fluides, strier ou lisser le temps, plonger dans les profondeurs du timbre dissocié par l'asynchronie temporelle comme la lumière blanche est dispersée par le prisme, et le scinder en constituants élémentaires qui s'allient en mélodie et harmonie.²⁷¹

Les paradoxes sonores créés par Jean-Claude Risset s'inscrivent dans une réelle nécessité esthétique. La réalisation de sons hybrides comme dans son œuvre *Sud* (1985) par exemple, lui permet de faire cohabiter des oiseaux de métal à côté de grillons de bois.

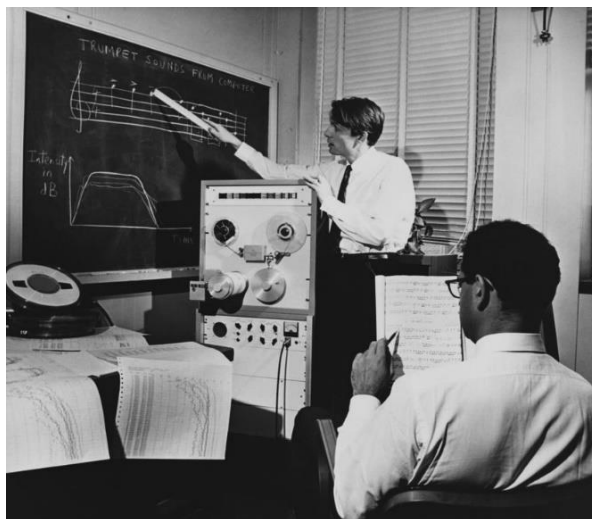


Figure 64 : Jean-Claude Risset dans un laboratoire de la compagnie Bell en train de suivre une composition pour trompette d'Henry Purcell interprété par un ordinateur. Crédit : Hulton Deutsch.

²⁷⁰ RISSET Jean-Claude, « Pitch and Rhythm Paradoxes: Comments on Auditory Paradox Based on Fractal Waveform », *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 80, n° 3, 1986, p. 961-962.

²⁷¹ RISSET Jean-Claude, « Ouvrir l'espace sonore : Max Mathews, John Chowning, Holophon, » *Journée d'informatique musicale*, 2011.

En 1972, le compositeur et théoricien John Chowning a fait sensation avec son œuvre *Turenas* et ses impressionnants mouvements sonores illusoires, entièrement réalisée par ordinateur avec le programme Music IV de Max Mathews. *Turenas* est une pierre angulaire de la musique cinétique.

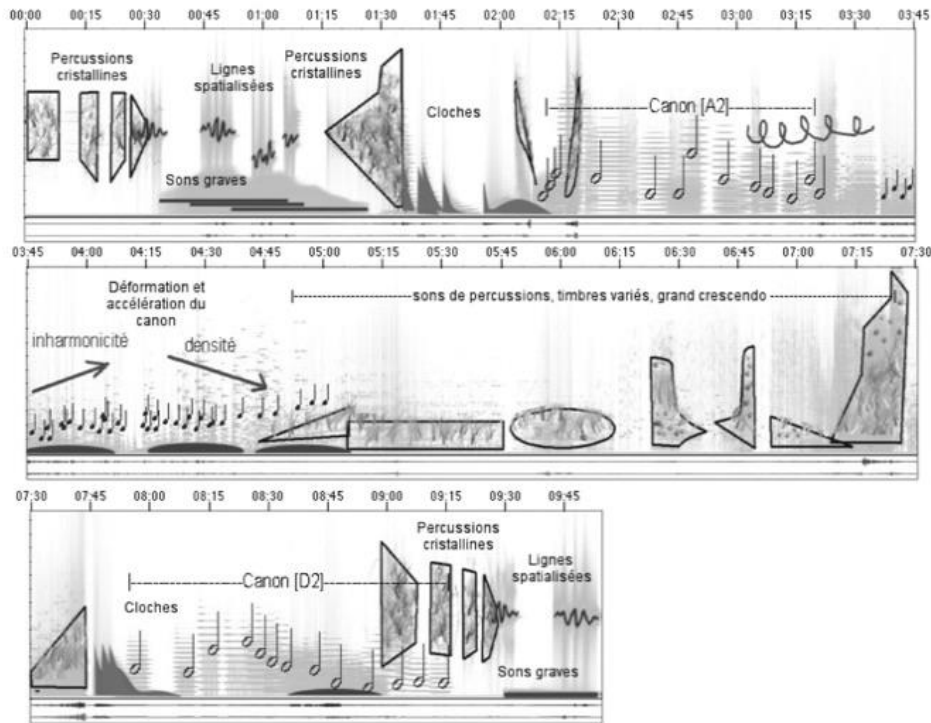


Figure 65: *Turenas* (1972) : pièce pour bande quatre pistes réalisée sur ordinateur.

L'œuvre musicale de John Chowning ne peut être séparée de ses recherches sur la localisation et le mouvement des sons dans l'espace.²⁷² Il a utilisé la synthèse des sons par ordinateur, afin de produire des illusions de sons en mouvement très efficaces : rapprocher ou éloigner des sources sonores, les déplacer de droite à gauche, de haut en bas, leur faire remplir une pièce. Des sources individuelles peuvent tourbillonner au-dessus de la tête. Pour cela, certains effets, comme la simulation de l'effet Doppler (léger changement de fréquence lié au mouvement des sources) seront exploités.

Dans son avant-propos à l'ouvrage collectif *La spatialisation des musiques électroacoustiques*, John Chowning souligne son intérêt conjoint pour la création sonore et la conception d'espaces

²⁷² CHOWNING John, «The Simulation of Moving Sound Sources », *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 19, p. 2-6, 1971, republié dans *Computer Music Journal*, vol. 1, n°3, 1977, p. 48-52.

électroacoustiques : « j'étais convaincu que le contexte spatial du son est tout aussi important que le son lui-même, on entend le son, mais on sent aussi l'espace ».²⁷³

Dans cette période de foisonnement intellectuel, Bregman débute ses recherches sur l'analyse de scènes auditives. Peu de temps après, en 1974, Diana Deutsch découvre une illusion spatiale surprenante : l'illusion d'octave.²⁷⁴ Pour obtenir cela, elle propose l'alternance à plusieurs reprises de 2 tons séparés par une octave, de telle sorte que lorsque l'oreille droite reçoit la tonalité aiguë, l'oreille gauche reçoit la tonalité grave, et vice versa. Diana Deutsch a constaté dans ses expériences que la perception de ce phénomène varie selon les individus : en général, les gauchers et droitiers n'entendent pas la même chose. Puis en 1979, Les illusions auditives seront même référencées pour la première fois dans l'*Encyclopaedia universalis*, dans un célèbre article réalisé par David Wessel et Jean-Claude Risset.²⁷⁵ Ils dénombrent 6 grandes catégories afin de décrire au mieux ce phénomène : la restitution perceptive des sons, la polyphonie à une seule voix, les paradoxes liés à la dissociation de la hauteur sonore, les paradoxes de rythmes, l'intégration auditive et la localisation auditive.

Il nous semble intéressant de clore ce chapitre sur les illusions auditives en prenant pour exemple un phénomène acoustique singulier issu d'un chant religieux polyphonique du nord de la Sardaigne, principalement à Castelsardo : celui de la *quintina*. Littéralement « la petite quinte » est un terme générique utilisé pour désigner toute fusion d'harmoniques dans la partie aiguë du spectre. Contrairement à ce que le mot laisse supposer, elle n'est pas nécessairement en relation de quinte avec l'une ou l'autre des voix qui la produisent. La *quintina* consiste en l'apparition, au sein d'un chœur d'hommes (appelés du grave vers l'aigu : *bassu*, *contra*, *bogi*, *falzittu*) d'une cinquième voix aiguë qui se situe à l'octave supérieure de la voix principale, celle à laquelle est confié le *cantus firmus* (Fig. 66).

²⁷³ CHOWNING John, *La Spatialisation des musiques électroacoustiques*, Publications de l'université de Saint-Etienne, Saint-Etienne : 2012, p. 19-21.

²⁷⁴ DEUTSCH Diana, «An auditory illusion », *Nature*, n° 251, 1974, p. 307-309.

²⁷⁵ WESSEL David L. et RISSET Jean-Claude, « Les illusions auditives », in Claude Malric (dir.), *Musique et ordinateur* [Encyclopaedia Universalis, Encyclopaedia Universalis, 1979, p. 161- 171.], Les Ulis, Centre expérimental du spectacle, 1983, p. 93-105.

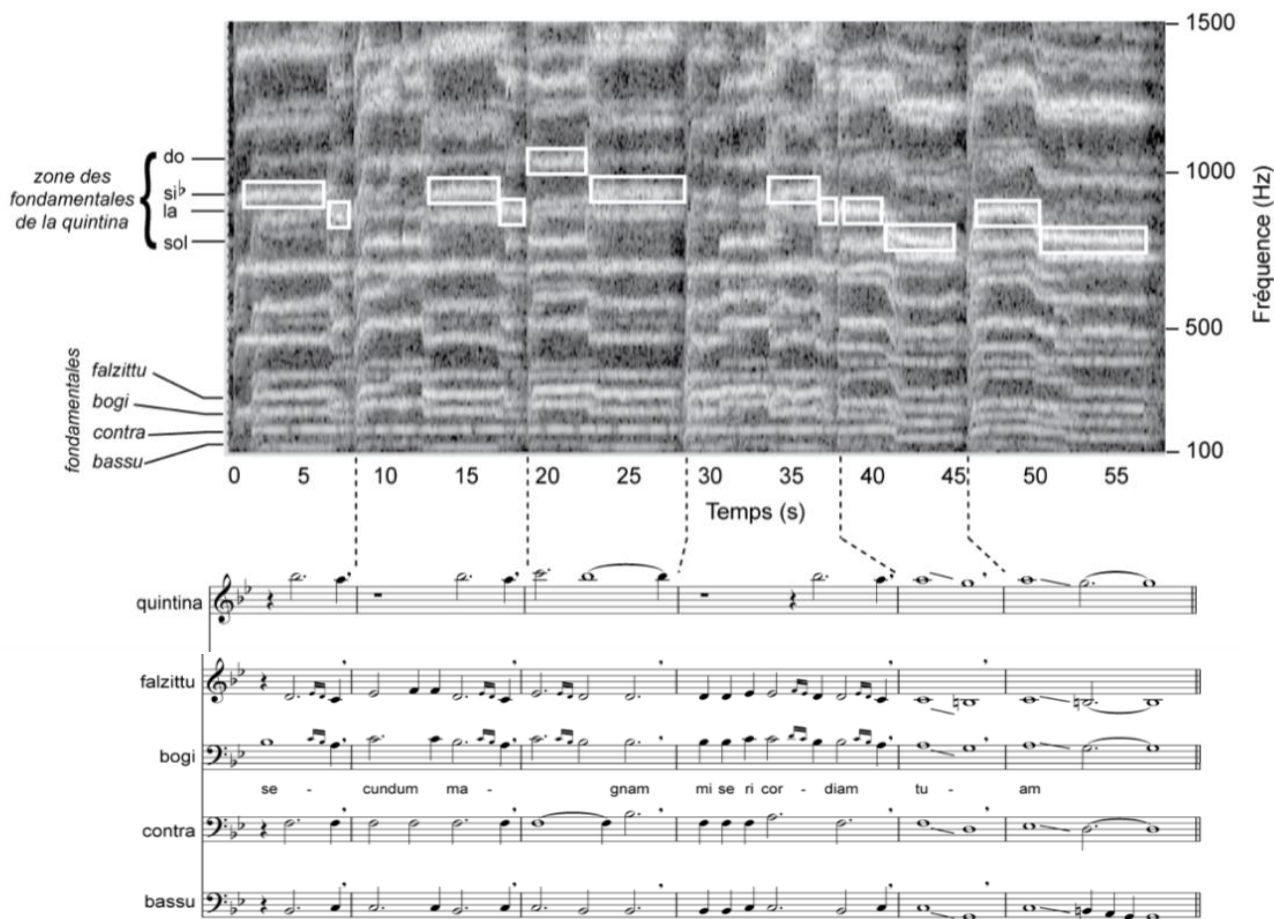


Figure 66: Spectrogramme et transcription d'un extrait du *Miserere Dietro l'Altare* enregistré par Bernard Lortat-Jacob (1996/1998) à Castelsardo.

Cette technique vocale est de tradition orale, transmise depuis des générations. Ce chant qui scande les temps forts de la vie collective (funérailles, fêtes religieuses et patronales) trouve son apogée et sa plus belle manifestation dans les rituels de la Semaine sainte. Cette voix quasi féminine qui naît des quatre voix masculines prend alors dans le contexte dramatique de la « Passion », un sens singulier : « la voix de la vierge » est entendu, dit-on sur place à ce sujet.²⁷⁶

Selon Stephen McAdams, la perception de cette cinquième voix est construite de toute pièce par notre cerveau car elle n'est pas une simple source sonore, elle est tributaire d'un « patron acoustique correspondant à nos connaissances catégorielles des registres vocaux. »²⁷⁷

²⁷⁶ D'ANGIOLINI Giuliano, *Jesu, un chant de confrérie en Sardaigne*, Éditions Delatour France, Sampzon, 2009.

²⁷⁷ MCADAMS Stephen, *Perception et cognition de la musique*, op. cit., p. 22.

Cela suppose de la part des chanteurs une grande maîtrise vocale afin que *la quintina* émerge, notamment la justesse spectrale de la voix qui cherche la consonance de l'accord en concordance avec les harmoniques de la fondamentale, la qualité du répertoire musical liturgique et de l'écriture (technique de faux-bourdon, octave, quinte et quarte), la transformation de la couleur vocalique par l'altération des voyelles du texte chanté afin de privilégier certains formants du spectre harmonique, ainsi que la puissance sonore de la voix dans un espace réverbérant. Bernard Lortat-Jacob, ethnomusicologue et chercheur au CNRS, a analysé les spécificités du chant choral de ces chanteurs sardes de *la Confraternità* de Castelsardo dans le très bel ouvrage *Chant de passion*, au cœur d'une confrérie de Sardaigne.²⁷⁸



Figure 67: photo de Bernard Lortat-Jacob.

Bernard Lortat-Jacob explique :

Pour que le phénomène se produise les chanteurs doivent satisfaire à une double exigence : une parfaite intonation (fusion harmonique) et un ajustement précis des voyelles. Seuls quatre

²⁷⁸ LORTAT-JACOB Bernard, *Chants de Passion, au cœur d'une confrérie de Sardaigne*, Paris, Cerf, 1998, p. 342.

chanteurs très avertis, en interaction étroite, capables de s'écouter tout en percevant le résultat d'ensemble peuvent parvenir à une telle perfection, et donner naissance à la mystérieuse quintina.²⁷⁹

6. Texture et émotions

« L'émotion étant le but de toute bonne musique [...], je me suis donc attaché avec une application et des efforts non négligeables à le retrouver ».

Claudio Monteverdi.²⁸⁰

6.1. La musique, qu'est-ce que ça nous fait ?

Depuis l'antiquité, les relations entre musique et émotion sont constamment étudiées par une multitude d'auteurs provenant de disciplines très diverses : musicologues, philosophes, sociologues, psychologues, écrivains, historiens, etc. Dans le remarquable ouvrage de Francis Wolff, « *Pourquoi la musique ?* », le philosophe nous renseigne sur ce que la musique nous fait, en proposant une analyse approfondie, conceptuelle et argumentée sur ce sujet.²⁸¹ En s'introduisant par tous les pores de notre peau, la musique nous fait vibrer. Elle nous agite, nous secoue, nous soulève : « Le son vient d'un corps qui vibre, et lorsque l'onde nous en parvient, elle fait vibrer le nôtre. Les deux corps entrent en sympathie. La musique tient d'abord de ce corps à corps. »²⁸² Distinguant pulsation, mesure et rythme, Wolff analyse avec beaucoup d'intelligence et de finesse, le rythme du discours musical qui contrarie la mesure en nous : « notre attente de l'accent sur le temps fort de « notre » mesure est déjouée par la musique elle-même qui accentue le temps faible. »²⁸³ Pour Eduard Hanslick, à la moitié

²⁷⁹ CASTELLENGO Michèle, LORTAT-JACOB Bernard, LEOTHAUD Gilles, « Un paradoxe de perception de la hauteur : la "quintina" des chanteurs sardes », *ISMA (International Symposium on Musical Acoustics)*, Perugia (Italie), 2001.

²⁸⁰ MONTEVERDI Claudio, « Préface aux Madrigaux guerriers et amoureux, huitième livre des madrigaux », in *Correspondances, préfaces, épîtres dédicatoires*, trad. A. Russo, Sprimont, Mardaga, 2001, p. 269.

²⁸¹ Francis WOLFF, *Pourquoi la musique ?* Paris, Fayard, 2015.

²⁸² *Ibid.*, p. 95.

²⁸³ *Ibid.*, p. 130.

du XIX^{ème} siècle, « la forme, par opposition au sentiment, est le vrai contenu, le vrai *fond* de la musique, elle est la musique même : le sentiment provoqué en nous on ne peut l'appeler ni forme ni fond, il n'est qu'un effet, qu'une résultante ». ²⁸⁴ Alors que pour Schopenhauer, la musique rejoint l'âme avec le langage universel du sentiment, en exprimant non un sentiment particulier et déterminé mais l'essence d'un sentiment : la joie, la douleur, etc., une véritable « métaphysique de la musique » en somme. La position d'Hanslick ou de Schopenhauer donne finalement la même place centrale à l'émotion : soit pour l'éviter et rejoindre la forme musicale pure soit, au contraire, pour en souligner l'importance.

Ainsi, probablement de par sa nature répétitive, la musique a servi de support privilégié à de nombreuses études en psychologie cognitive avec un focus particulier sur les attentes de l'individu (Bissell, 1921, Meyer, 1956, Narmour, 1990, Eerola ²⁸⁵, 2003, Huron, 2006). Francis Wolff souligne également qu'une grande partie du plaisir musical réside dans la répétition :

La musique est une affaire de répétition, c'est là sa caractéristique la plus constante et la plus propre. Une chanson, c'est souvent un refrain qui revient à l'identique entre les couplets, et les couplets se répètent tous sur le même air. De là la forme rondo B-A-C-A-D-A, etc. Et puis il y a la ritournelle. « Encore ! Encore ! » exige l'enfant. Dans la forme sonate, on expose au début et on réexpose à la fin du mouvement. On répète ou on varie, on imite, on module, que ce soit dans le contrepoint ou dans l'écriture harmonique. ²⁸⁶

En général, les études citées précédemment, traitent des attentes suscitées par la musique comme une source de significations et d'émotions chez l'auditeur. En 1921, Arthur Dart Bissel écrivait déjà ceci :

[...] la musique possède un grand avantage sur tous les autres arts - à l'exception possible de la danse - en ce qui concerne la question de l'attente dans sa position unique en ce qui concerne la

²⁸⁴ HANSLICK Eduard, *Du beau dans la musique*, Leipzig, 1854, trad. fr. Ch. Bannelier, Paris, Bourgeois, 1986, p. 135.

²⁸⁵ EEROLA Tuomas, «The dynamics of musical expectancy: Cross-cultural and statistical approaches to melodic expectations », *Jyväskylä studies in humanities*, 2003.

²⁸⁶ WOLFF Francis, *op. cit.*, p. 127.

répétition. Les autres arts admettent la répétition (la danse en particulier), mais la musique l'exige ; elle [la répétition] entre dans la musique comme un facteur essentiel.²⁸⁷

La théorie proposée par Meyer en 1956 est certainement l'étude sur les attentes la plus citée. Elle est devenue une référence incontournable. D'ailleurs, David Huron et Elizabeth Hellmuth Margulis écrivent à ce propos que « Meyer a été bien en avance sur son temps en intégrant les aspects cognitifs et affectifs du fonctionnement mental. En attirant l'attention sur la notion d'attente, il a anticipé d'un demi-siècle les conclusions de la neuroscience cognitive. »²⁸⁸

Etant donné l'immensité des recherches existantes autour de l'émotion en psychologie cognitive et sachant que ce n'est pas le cœur de notre sujet, nous ne pourrions malencontreusement pas être exhaustifs à ce propos. Nous présenterons néanmoins un cours chapitre sur la définition de l'émotion chez les psychologues ainsi que son lien avec le langage musical. Notre objectif n'est pas de faire une synthèse de tout ce que nous savons aujourd'hui des émotions musicales, mais bien de présenter les théories principales dans ce domaine en lien avec la texture. Nous nous servirons pour cela du brillant ouvrage de David Huron, *Sweet Anticipation* (2006)²⁸⁹ et de l'ouvrage de référence de Meyer largement cité, *Emotion et Signification en Musique*.²⁹⁰

6.2. Définition de l'émotion musicale

La musique est un stimuli particulièrement puissant. Elle pénètre dans notre corps par les voies auditives et nous sommes tout simplement obligés de donner du sens à ce signal sonore. Cette interprétation se fait à une vitesse extrêmement importante : 500 millièmes de seconde suffisent pour

²⁸⁷ BISSELL Arthur Dart, *The Role of Expectation in Music, A Study In The Psychology Of Music*, New Haven, 1921, p. 9. « Music possesses one point of great advantage over all the other arts - with the possible exception of dancing – in this matter of expectation in its unique position as regards repetition. The other arts allow of repetition (dancing particularly), but music calls for it, demands it; it enters into music as an integral factor ».

²⁸⁸ HURON David, HELLMUTH MARGULIS Elizabeth, « Musical Expectancy and Thrills », in P.N. Juslin et J.A. Sloboda (éd.), *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications*, Oxford-Toronto, Oxford University Press, 2010, p. 586.

²⁸⁹ HURON David, *Sweet Anticipation: Music and The Psychology of Expectation*. Cambridge: MIT Press, 2006.

²⁹⁰ MEYER Leonard B., *Emotion and Meaning in Music, op. cit.*

identifier la valence d'un extrait musical (par exemple Vieillard, Peretz, Gosselin, Khalifa, Gagnon et al., 2008).²⁹¹ Et chez Bigand et collaborateurs (2005)²⁹² seulement 250 ms d'un stimuli sonore suffit à notre cerveau pour se synchroniser. Le terme d'« émotion », pour les psychologues, correspond à :

[...] une très brève mais intense réaction affective qui implique généralement un certain nombre de sous-composantes – sentiment subjectif, l'excitation physiologique, l'expression, l'action et tendance, et la régulation – qui sont plus ou moins « synchronisées ». Les émotions se concentrent sur des « objets » spécifiques et durent de quelques minutes à plusieurs heures (par exemple le bonheur, la tristesse).²⁹³

Avec l'émotion et le comportement, l'émotion est l'un des concepts clés de la psychologie expérimentale, car les principales émotions comme la colère, la peur, le bonheur ou encore la tristesse guident et dynamisent les comportements humains dans des situations de vie cruciales. La théorie de Darwin est l'une des premières à avoir posé les bases scientifiques des émotions. Selon l'auteur, elles sont d'une grande utilité pour assurer la survie des individus et les divers aspects expressifs et biologiques des émotions sont indissociables. Pour cela, Darwin a sélectionné huit émotions fondamentales : la tristesse, la joie, la colère, la peur, le dégoût, la honte, le mépris et la surprise.²⁹⁴ A sa suite, les psychologues de la musique se sont notamment appuyés sur les travaux d'Ekman (1980) portant pareillement sur les émotions dites de base que sont la joie, la tristesse, la colère et la peur.²⁹⁵ Tout comme Darwin, ce dernier a en effet démontré qu'il était possible de corrélérer ces émotions avec des indices faciaux de manière universelle.

²⁹¹ VIEILLARD Sandrine, PERETZ Isabelle, GOSSELIN Nathalie, KHALIFA Stéphanie, GAGNON Lise & BOUCHARD Bernard, « Happy, sad, scary and peaceful musical excerpts for research on emotions », *Cognition and Emotion*, Vol. 22, n°4, 2008, p. 720-752.

²⁹² BIGAND Emmanuel, FILIPIC Suzanne & LALITTE Philippe, « The time course of emotional responses to music », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 2005, p. 429-437.

²⁹³ JUSLIN Patrik N. et SLOBODA John A., « Introduction. Aims, Organization, and Terminology », in P.N. Juslin et J.A. Sloboda (dir.), *Handbook of Music and Emotion. Theory, Research, Applications*. New York, Oxford University Press, 2010, p. 3-12.

²⁹⁴ DARWIN Charles, *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London, John Murray, 1872.

²⁹⁵ EKMAN Paul, « Biological and Cultural Contribution to Body and Facial Movements in the Expression of the Emotions », p.73-101, in A.O. Rorty (dir.), *Explaining Emotions*. Los Angeles, University of California Press, 1980.

Le modèle de Plutchik est également intéressant d'être mentionné : il a abordé le problème d'analogie avec les couleurs en proposant un dictionnaire d'émotions similaires au dictionnaire de couleurs.²⁹⁶

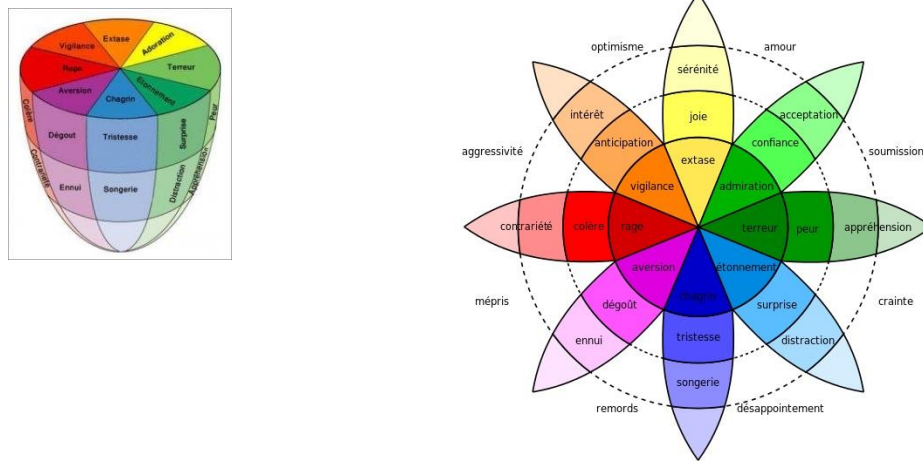


Figure 68: Modèle du *Circumplex* de Plutchik en trois dimensions (en haut à gauche), en dessous à droite en deux dimensions.

De ce fait, tout comme il existe des couleurs primaires et des nuances de celles-ci variant en intensité et constituant le spectre des couleurs, il existerait des émotions primaires et des nuances qui varieraient en intensité. Ce qui aboutissait à des combinaisons possibles entre certaines émotions de base. Ce modèle est défini par le circumplex ci-dessus qui représente un modèle multidimensionnel basé sur des émotions primaires de base dont vont découler des émotions secondaires. Plutchik considère qu'il existe huit émotions de base faites de 4 paires opposées : joie-tristesse, acceptation-dégoût, peur-colère, surprise et anticipation.

De même, plus récemment, dans l'article de Nathalie Fernando et al. (2014), ces chercheurs ont souligné que « la catégorisation de ces émotions repose sur le postulat d'un substrat biologique commun relevant de l'innéité, et sur la différenciation des comportements physiologiques qu'elles

²⁹⁶ PLUTCHIK Robert, *Emotion a Psycho Evolutionary Synthesis*, Harper, New York, 1980.

engendrent. »²⁹⁷ Les nombreux travaux de Panksepp²⁹⁸(1995-1998)²⁹⁹ et de Peretz (2010)³⁰⁰ y font également références.

6.3. L'émotion dans le langage musical

« La musique est une structure sonore composée qui met en œuvre des systèmes complexes de relations entre les signaux acoustiques. Pour de nombreux auteurs, ces systèmes de relations, plus encore que les propriétés immanentes des sons, sont porteurs d'expression et d'émotion. »³⁰¹ La musique n'est pas seulement destinée au divertissement et au plaisir, mais elle a été utilisée à diverses fins en raison de ses effets sociaux et physiologiques. Nous savons par exemple que la musique agit sur les composantes neurophysiologiques associées à l'état de stress en diminuant le taux de cortisol sécrété par les glandes salivaires. Et, ces effets sont présents dès les premiers stades du développement.³⁰² David Huron souligne que, les fonctions prééminentes de la musique étant sociales et psychologiques, la caractérisation la plus utile serait basée sur quatre types d'informations : le style, l'émotion, le genre et la similitude.³⁰³ Pour Isabelle Peretz, c'est la fonction première de la musique que de renforcer la cohésion sociale³⁰⁴ : « la musique répond à un besoin biologique : un besoin d'appartenance. L'humain est une espèce éminemment sociale. Pour préserver ce trait, elle aurait conservé, dans une petite partie de son cerveau, la musique comme moyen unificateur. Encore plus qu'à communiquer, la musique sert à communier ».³⁰⁵

²⁹⁷ FERNANDO Nathalie, EGERMANN Hauke, CHUEN Lorraine, KIMBEMBÉ Bienvenu et MCADAMS Stephen, « Musique et émotion : Quand deux disciplines travaillent ensemble à mieux comprendre le comportement musical humain », *Anthropologie et Sociétés*, 2014, Vol. 38, n°1, p. 167-191.

²⁹⁸ PANKSEPP Jaak, « The Emotional Sources of Chills Induced by Music », *Music Perception*, 1995, Vol. 13, n°2, p. 171-207.

²⁹⁹ PANKSEPP Jaak, *Affective Neuroscience*, New York, Oxford University Press, 1998.

³⁰⁰ PERETZ Isabelle, « Towards a Neurobiology of Musical Emotions », p. 99-126, in P.N. Juslin et J.A. Sloboda (dir.), *Handbook of Music and Emotion. Theory, Research, Applications*. New York, Oxford University Press, 2010.

³⁰¹ BIGAND Emmanuel, « L'émotion dans le langage musical », in *Parole et Musique : Aux origines du dialogue humain* sous la direction de Stanislas Dehaene et Christine Petit, Odile Jacob, 2009, p. 346.

³⁰² SHENFIELD Tali, TREHUB Sandra & NAKATA Takayuki, « Maternal singing modulates infant arousal », *Psychology of Music*, Vol. 31, n°4, 2003, p. 365-375.

³⁰³ HURON David, « Perceptual and cognitive applications in music information retrieval », In *International Symposium on Music Information Retrieval*, 2000.

³⁰⁴ *Op.cit.*, PERETZ Isabelle, « Towards a Neurobiology of Musical Emotions »,

³⁰⁵ PERETZ Isabelle, *Le temps stratégique*, mars-avril 2000, n°92.

Rappelons que « le cerveau humain et le reste du corps constituent un organisme dont la cohésion est assurée par des circuits biochimiques et neurorégulateurs mutuellement interactifs, et soulignant l'indissociabilité du corps et de l'esprit »³⁰⁶, Damasio écrit : « La perception des émotions est à la base de ce que les êtres humains appellent, depuis des millénaires, l'âme ou l'esprit » (Damasio, 1995).³⁰⁷

Ainsi, la musique interfère dans nos émotions et provoque dans notre cerveau une sorte de « chorégraphie de neurotransmetteurs », comme l'appelle Daniel Levitin. « La satisfaction et le plaisir liés à la musique découlent de l'augmentation de la dopamine dans le noyau accumbens, à laquelle participe le cervelet en régulant les émotions grâce à ses connexions avec le lobe frontal et le système limbique »³⁰⁸ Cet effet est fortement lié au plaisir éprouvé et corrélé à la sensation de « frisson musical ».³⁰⁹

Le musicologue Léonard Meyer a beaucoup travaillé autour du lien unissant les émotions à la syntaxe musicale. Selon lui, l'émotion se produit lorsqu'une tendance à répondre est provisoirement arrêtée, bloquée ou détournée. Meyer considérait notamment que les émotions en musique étaient provoquées par la façon dont les pièces musicales manipulent les attentes des auditeurs, en lien, comme nous l'avons souligné précédemment, avec les travaux de l'école de la *Gestalt*. Il considérait les attentes des auditeurs comme étant au centre de l'expérience musicale. Finalement, l'auditeur est amené à se soucier du *quoi* et du *quand* (Imberty, 1969³¹⁰; Bharucha, 1987³¹¹; Huron, 2006³¹²). Rappelons que Meyer écrivait à une époque où la recherche sur la cognition musicale était inexistante. Mais depuis de très nombreuses études théoriques et expérimentales se sont intéressées aux attentes

³⁰⁶ MATHIEU Louise, « Un regard actuel sur la rythmique Jacques-Dalcroze », *Recherche en éducation musicale*, N°28, Décembre 2010, p. 24.

³⁰⁷ DAMASIO Antonio, *L'Erreur de Descartes. La raison des émotions*. Paris, Odile Jacob, 1995.

³⁰⁸ LEVITIN Daniel, *De la note au cerveau*, Paris, Editions Héloïse d'Ormesson, 2010, p. 239.

³⁰⁹ BLOOD Anne J. & ZATORRE Robert J., « Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol.98, n°20, 2001, p. 11818-11823.

³¹⁰ IMBERTY Michel, *L'acquisition de structures tonales chez l'enfant*, Paris, Klincksieck, 1969.

³¹¹ BHARUCHA Jamshed, « Music cognition and perceptual facilitation: A connectionist framework », *Music Perception*, n°5, 1987, p. 1-30.

³¹² HURON David, *Sweet anticipation*, Massachusetts, M.I.T. Press, 2006.

musicales, comme celles de Narmour et d'Huron notamment. Le philosophe Schopenhauer « insistait longuement sur le fait qu'un certain type d'émotions spécifiquement musicales peut naître de la beauté formelle, de la dynamique des intensités, du jeu des tensions et des détentes, des attentes et des résolutions. »³¹³ Il insistait sur le fait « qu'une série de purs accords serait fastidieuse, fatigante et vide », que « la musique consiste toujours dans la perpétuelle succession d'accords qui nous troublent plus ou moins, c'est-à-dire qui excitent nos désirs, et d'accords qui nous apportent plus ou moins de calme et de contentement ».³¹⁴ De plus, Michel Imberty en prolongeant la pensée de Bachelard issue de *La dialectique de la durée*, affirme avec lui que « L'action musicale est discontinue ; c'est notre résonance sentimentale qui lui apporte la continuité ».³¹⁵

La perception de la continuité de la durée musicale ne se réduit pas aux seuls mécanismes cognitifs qui permettent au musicien d'organiser et de mémoriser l'œuvre lors de l'écoute ou de l'exécution : au-delà, il y a aussi une intuition initiale, une émotion personnelle qui vient donner à l'ensemble une unité, une continuité, un « mouvement », un sens, quelque chose qui n'est plus de l'ordre de la cognition abstraite [...] ».³¹⁶

Un mot ou une note musicale apparaît rarement seul, mais dans un contexte précis : une phrase ou une mélodie. Le contexte donne des informations essentielles qui permettent à l'auditeur de développer des attentes perceptives sur les événements sonores à venir. Lors de l'écoute, les connaissances musicales implicites de l'auditeur guident la perception musicale via le développement d'attentes musicales (Tillmann, 2008).³¹⁷ Si l'on compare avec le langage, les connaissances syntaxiques et sémantiques permettent également le développement d'attentes qui guident la

³¹³ FRANGNE Pierre-Henry, LACOMBE Hervé, MASSIN Marianne, PICARD Timothée. « Musique et émotion : problèmes et enjeux ». Pierre-Henry Frangne, Hervé Lacombe, Marianne Massin et Timothée Picard. *La valeur de l'émotion musicale*, Presses universitaires de Rennes, 2017, p. 9-36.

³¹⁴ SCHOPENHAUER Arthur, *Le monde comme volonté et comme représentation*, trad. A. Burdeau, Paris, PUF, 1966, livre III, § 39 : « De la métaphysique de la musique », p. 1198.

³¹⁵ BACHELARD Gaston, *La Dialectique de la durée* (1950), Paris, PUF, 1980, p. 116.

³¹⁶ IMBERTY Michel, « Introduction : Du geste temporel au sens » in *Temps geste et musicalité*, sous la direction de Michel Imberty et Maya Gratier, Paris, L'Harmattan, 2007, p. 9.

³¹⁷ TILLMANN Barbara & POULIN-CHARRONNAT Bénédicte, « Etudier les attentes musicales de l'auditeur non-musicien : le paradigme d'amorçage musical », *Intellectica*, n°48-49, 2008, p. 27-35.

compréhension. Cette attention particulière portée à l'écoute se retrouvera par la suite, et jusqu'à aujourd'hui, dans des nombreuses approches analytiques, comme celle d'Eric Clarke.³¹⁸ Dans *Ways of Listening*, il propose une approche écologique de l'écoute où la notion d'attente décrite par Meyer est également traitée. Pour Clarke, l'acte d'écoute est la clé de sa théorie de la signification musicale, contrairement à la sémiotique de Kofi Agawu³¹⁹ ou à l'herméneutique de Lawrence Kramer.³²⁰ Mais dans le même temps, cette théorie de la perception ne repose pas uniquement sur la hiérarchie de traitement ascendant soulignée par la plupart des théories sur la cognition musicale telles que Narmour³²¹ (1999) et Temperley³²² (2001). Comme l'explique Clarke, « la perception doit être comprise comme une relation entre des informations disponibles sur l'environnement et les capacités, les sensibilités et les intérêts d'un observateur. »³²³ Avec David Huron, soulignons le fait que la valence émotionnelle de la musique dépend de trois types de traits : les traits de la performance liés à l'identité et l'habileté de celui qui produit le message musical, les traits de l'écoute qui dépendent de l'identité individuelle et socioculturelle (et éventuellement de l'expertise musicale) du receveur et les traits contextuels inhérents à la situation d'écoute.³²⁴

Finalement, les attentes qui relèvent de la mémoire immédiate ou à court terme, sont celles qui ont le plus été étudiées par la psychologie de la musique. Un terme équivalent à celui d'attente, et celui d'anticipation. David Huron a d'ailleurs consacré en 2006 un ouvrage sur cette notion d'anticipation.³²⁵ Il propose que les émotions évoquées par les attentes prennent en compte cinq

³¹⁸ CLARKE Eric, *Ways of Listening: An ecological approach to the perception of musical meaning*. Oxford, NY: Oxford University Press, 2005.

³¹⁹ AGAWU Kofi, *Playing with Signs: A Semiotic Interpretation of Classic Music*, Princeton, Princeton University Press, 1991.

³²⁰ KRAMER Lawrence, « Subjectivity Rampant! Music, Hermeneutics, and History », in *The Cultural Study of Music. A critical introduction*, ed. by Martin Clayton, Trevor Herbert and Richard Middleton, New York: Routledge, 2003, p. 124-35.

³²¹ NARMOUR Eugene, « Hierarchical expectation and musical style », In: D. Deutsch (ed), *The Psychology of Music*, 2nd Edition. San Diego: Academic Press, 1999, p. 442-472.

³²² TEMPERLEY David, *The Cognition of Basic Musical Structures*. Cambridge MA: MIT Press, 2001.

³²³ CLARKE Erick, *Ways of Listening: An ecological approach to the perception of musical meaning*, op. cit., p. 91. « Perception must be understood as a relationship between environmentally available information and the capacities, sensitivities, and interests of a perceiver. »

³²⁴ HURON David, « The ramp archetype and the maintenance of auditory attention », *Music Perception*, Vol. 10, n°1, 1992, p. 83-92.

³²⁵ HURON David, *Sweet Anticipation: Music and The Psychology of Expectation*, op. cit.

systèmes distincts : l'Imagination, la Tension, la Prédiction, la Réaction et l'Appréciation (ITPRA).

Nous détaillerons ci-après son modèle ITPRA en lien avec la texture après celui de Meyer.

Nous verrons que le point commun central entre les méthodes de Meyer et d'Huron réside dans le fait que l'expérience musicale s'appuie principalement sur la façon dont les attentes de l'auditeur sont satisfaites ou contrariées. Quant à Tan et collaborateurs³²⁶, ils ont mis en avant une différence notable entre ces deux méthodes : à savoir que celle de Meyer serait fondamentalement déterministe, tout comme celle de son disciple Narmour, alors que celle d'Huron serait basée sur les régularités statistiques de la musique. En parallèle, dans la littérature, nous trouvons particulièrement saisissant le concept « d'horizon d'attente » des œuvres littéraires, à partir des attentes du lecteur, exposé par Jauss dans les années 1970.³²⁷ Pour cet historien allemand, la lecture d'une œuvre littéraire est conçue sur une existence nommée « horizon d'attente » composée de connaissances d'un lecteur potentiel et les présupposés de ce dernier sur la littérature. Cette notion, auparavant utilisée par d'autres comme Gadamer³²⁸ et Husserl³²⁹, joue un rôle essentiel dans la théorie de la réception de Jauss, car pour comprendre l'effet d'une œuvre, il est nécessaire de reconnaître l'horizon antécédent avec ses valeurs. En effet, une œuvre se situe en continuité ou en rupture par rapport à une tradition. « L'expérience des lecteurs renvoie à la perception d'une conformité ou d'un écart par rapport à cette tradition. »³³⁰

De même, étudier en détails les attentes musicales d'un auditeur, comme nous l'explicitons chez Huron et Meyer, se révèle être une étude esthétique fondamentale par rapport à ce qui nous anime.

³²⁶ TAN Siu-Lan, PFORDRESHER Peter, HARRE Rom, « The Question of Meaning in Music », *In Psychology of Music: From Sound to Significance*. New York : Psychology Press, 2010, p. 245–259.

³²⁷ JAUSS Hans Robert, *Pour une esthétique de la réception*, Paris, éditions Gallimard, 1978.

³²⁸ GADAMER Hans-Georg, *Wahrheit und Methode* (W.M), Tübingen, J.C.B. Mohr, 1960, 2. Auflage, 1965, trad. française partielle *Vérité et Méthode*, Paris, éd. Du Seuil, 1976.

³²⁹ HUSSERL Edmund, *Méditations cartésiennes*, Paris, Vrin, 1953.

³³⁰ KALINOWSKI Isabelle, « Hans-Robert Jauss et l'esthétique de la réception », *Revue germanique internationale*, Vol. 8, 1997, p. 151-172.

6.4. Le pouvoir émotionnel de la texture

Meyer avait tout à fait compris le pouvoir émotionnel de la musique, ce qui explique pourquoi nous la pratiquons, nous l'écoutons et nous l'aimons. Meyer souligne que « tout se passe en art comme dans la vie de tous les jours. »³³¹ En effet, la musique, par ses mouvements, ses vibrations, nous transporte, nous meut et nous émeut. « La musique reflète la forme fondamentale de l'expérience humaine » écrit Meyer.³³²

La texture occupe une place centrale dans son oeuvre car elle est au cœur du processus émotionnel musical. Selon l'auteur, la texture ne se résume pas à une catégorie de l'écriture, mais elle résulte de l'interaction entre le signal acoustique et la perception de l'auditeur. D'ailleurs, dans *Emotion and Meaning in Music*, Meyer lui consacre un chapitre entier : « La texture concerne l'opération du cerveau qui consiste à regrouper des stimuli musicaux concomitants en plusieurs figures simultanées, une figure et un accompagnement (fond), et ainsi de suite. »³³³ Selon lui, les changements de texture peuvent générer des tensions et des attentes perceptives chez l'auditeur notamment dans des situations telles que l'attente du retour de la texture initiale, une texture trop étirée dans les registres appelant à un rétrécissement ou un fond sans figure, ou encore plusieurs figures sans fond (composition polyphonique avec des parties bien distinctes), etc. Ainsi, « la texture donne lieu à des phénomènes d'émergence perceptive, le terme émergence étant pris dans son sens fort, sous la condition que l'image sonore émergente ne soit pas réductible aux entités fondamentales. »³³⁴ En d'autres termes, la perception de la texture résulte de l'interaction des différentes composantes de sorte que le résultat dépasse leur simple addition selon le principe bien connu de la Gestalt psychologie : « le tout est différent de la somme de ses parties ».³³⁵

Comme expliqué en début de ce chapitre sur les applications de la *Gestalt* en musique,

³³¹ MEYER Leonard B., *Emotion and Meaning in Music*, 1956, *op. cit.* p. 77.

³³² *Ibid.*, p. 232.

³³³ *Ibid.*, p. 222.

³³⁴ LALITTE Philippe, « Vers une analyse texturale fondée sur les principes de l'analyse de scène auditive », In *Analyse et perception, Actes des Journées d'analyse musicales*, 2016. Dijon, Editions Universitaires de Dijon.

³³⁵ KOFFKA Kurt, *Principles of Gestalt psychology*. New York, Harcourt Brace, 1935, p. 176.

Léonard B. Meyer nous a prouvé que la musique était un art du temps et qu'à chaque moment d'une œuvre, l'auditeur est placé en situation d'attente par rapport à ce qui va suivre. Il attend « que les formes soient aussi « bonnes » que possible, c'est-à-dire qu'elles satisfassent aux critères de régularité, de symétrie et de simplicité dont les études gestaltistes démontrent qu'ils contribuent à la satisfaction de l'esprit ». ³³⁶ Quand un système tonal est établi, nous discernons de la récurrence, une forme de répétition distincte de la réitération qui implique toujours une attente dont la satisfaction est retardée, puis enfin résolue. La réitération est la répétition consécutive d'un terme sonore, qui même s'il est prolongé, est perçu comme un tout. L'attente d'un retour dépend de la compréhension du morceau. Ainsi, nous ne pouvons pas avoir d'attentes musicales si nous n'avons pas compris le cheminement du morceau. Que se passe-t-il lors de l'écoute d'un morceau de musique contemporaine atonale ? Nous tenterons de répondre à cette question dans notre partie expérimentale notamment.

Dans son livre *Sweet anticipation* (2006) ³³⁷, Huron décrit plusieurs mécanismes psychologiques liés aux attentes dans la vie quotidienne de l'individu et il illustre comment ces mécanismes fonctionnent. Tout comme Meyer, Huron construit une théorie générale des attentes et l'applique à la musique de concert et à des chansons. Beaucoup d'affects musicaux comme la surprise, le frisson, la tension, etc. sont liés au rapport qui se tisse entre la forme musicale et nos attentes qui dépendent notamment de nos connaissances. L'attente, dans ce sens, implique des représentations mentales, lesquelles sont constamment examinées et réactualisées par nos expériences musicales quotidiennes.

Huron commence par s'interroger en se demandant pourquoi la musique réussit si bien à susciter des émotions alors que ses capacités de représentation du monde semblent si limitées. Il reconnaît le travail fondateur de Meyer, réalisé cinquante ans auparavant, *Emotion and Meaning in Music*, dans lequel Meyer affirmait que le principal contenu émotionnel de la musique découlait de la manipulation des attentes du compositeur. Au demeurant, Huron propose que les émotions

³³⁶ MEYER *op. cit.*, p. 24.

³³⁷ HURON, *Sweet Anticipation: Music and The Psychology of Expectation*, *op. cit.*

évoquées par les attentes prennent en compte cinq systèmes distincts: l'Imagination, la Tension, la Prédiction, la Réaction et l'Appréciation (ITPRA)³³⁸.

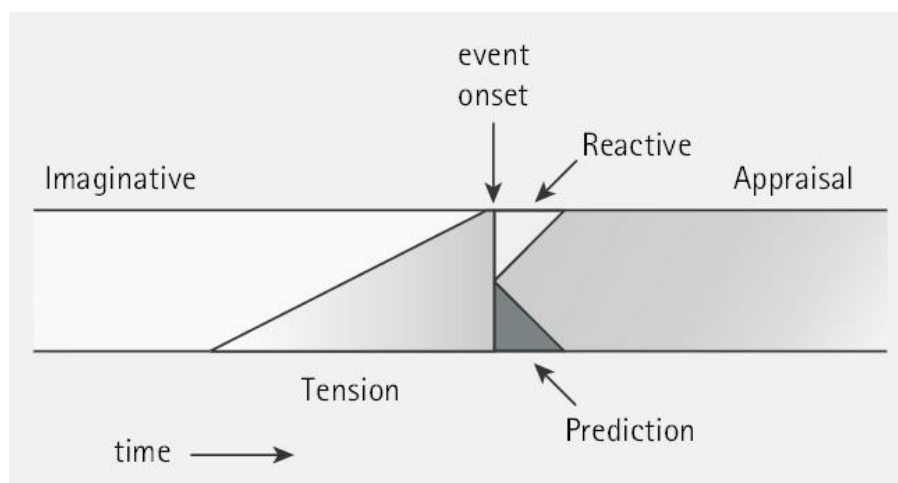


Figure 69: Modèle de la Théorie ITPRA de David Huron.³³⁹

Ces cinq systèmes de réponse peuvent être regroupés en deux périodes différentes : les réponses avant le résultat (les sentiments qui se manifestent avant un événement attendu / inattendu) incluent les réponses d'imagination et de tension. Les réponses post-résultat incluent les réponses de prédiction, de réaction et d'appréciation.

La première, la réponse de l'imagination, est quelque peu éloignée de l'événement et consiste à prédire ce qui va arriver et ce que ressentira l'auditeur, quand et après l'événement musical. Cette réponse peut motiver l'auditeur à prendre le contrôle de l'action, ce qui augmente la probabilité d'une issue positive. Par contre, la réponse en tension fait référence à la préparation mentale et physiologique des auditeurs lorsque l'événement prévu est imminent. La préparation d'un événement attendu implique généralement une préparation motrice et une préparation perceptive.

Une fois que l'événement s'est produit, les auditeurs reçoivent du plaisir ou du mécontentement de la précision de leur prédiction, qui est la réponse de la prédiction. Lorsque le

³³⁸ En anglais: Imagination, Tension, Prediction, Reaction, Appraisal.

³³⁹ HURON David et HELLMUTH MARGULIS Elizabeth, *Musical Expectancy and Thrills*, op. cit., p. 588.

stimulus est attendu, la réaction émotionnelle a une valence positive et quand le stimulus est inattendu, la réaction émotionnelle a une valence négative. Les auditeurs évaluent également le caractère agréable ou désagréable du résultat, ce qui entraîne une réaction. Ainsi, immédiatement après un événement négatif mais néanmoins prévu, l'auditeur peut ressentir un mélange de plaisir et de déplaisir. Enfin, la réaction d'évaluation découle de l'activation de la pensée consciente et implique une évaluation à un niveau plus élevé de l'événement et de ses conséquences.

L'ensemble de ce processus peut conduire à des réponses affectives spécifiques. Lorsque les attentes sont satisfaites, les auditeurs obtiennent un certain degré de plaisir, qui est renforcé si l'événement est positif. Néanmoins, il est important de souligner que les attentes non satisfaites ne sont pas nécessairement négatives. Si l'événement est jugé positif dans son ensemble, le résultat peut être un rire, une crainte ou des frissons.

Le livre se termine par un résumé précieux de la théorie ITPRA et une discussion des implications pour la composition, la performance, la musicologie, l'ethnomusicologie et l'esthétique musicale.

Chapitre 4 : L'enfant sourd, un modèle pour tester la perception de la texture

« Toute science touche à l'art. Tout art a son côté scientifique. Le pire savant est celui qui n'est pas artiste. Le pire artiste est celui qui n'est jamais savant ». Armand Trousseau.³⁴⁰

Au regard de notre présentation et approfondissement autour de la notion de texture, nous nous sommes longuement questionnés sur son utilisation et sa perception auprès d'une population d'enfants avec laquelle nous travaillons depuis une quinzaine d'années : les enfants sourds.

La déficience auditive est le déficit sensoriel le plus fréquent chez l'enfant : environ un cas de surdité congénitale pour 1000 naissances et la même proportion de surdités acquises. Depuis le décret du 23 avril 2012, le dépistage universel systématique néonatal se met progressivement en place en France.³⁴¹ Le diagnostic précoce, la prise en charge ainsi que l'implant cochléaire en cas de surdité bilatérale sévère à profonde constituent des atouts essentiels pour le développement harmonieux d'un enfant sourd.

L'apparition de la surdité peut revêtir des aspects cliniques très divers et peut survenir à tout âge de la vie. La variabilité de plusieurs facteurs comme l'âge d'apparition de la perte auditive (avant, pendant ou après la période d'acquisition du langage), mais également son siège (oreille externe, moyenne ou interne) ainsi que de son degré de sévérité va engendrer des conséquences perceptives, cognitives, neurologiques et langagières diverses. Le développement du langage chez l'enfant, loin d'être un processus linéaire, suit un ordre selon lequel chaque nouveau savoir s'appuie sur des formes

³⁴⁰ TROUSSEAU Armand, Extrait de son discours de rentrée de la Faculté de Médecine de Paris, prononcé le 2 novembre 1842.

³⁰⁶ <http://affairesjuridiques.aphp.fr/textes/arrete-du-23-avril-2012-relatif-a-lorganisation-du-depistage-de-la-surdite-permanente-neonatale/>, consulté le 15 juillet 2019.

ou des fonctions déjà exercées par l'enfant, dans lesquelles l'audition joue un rôle central (Chapman, 2000³⁴²; Karmiloff-Smith & Karmiloff-Smith, 2012³⁴³). La première partie de ce chapitre sera consacrée à la présentation des critères de la surdité et de ses différents moyens de réhabilitation. Nous exposerons ensuite l'état des connaissances actuelles sur les conséquences cognitives, langagières, sociales et neurologiques de la surdité profonde congénitale. Pour finir, nous présenterons l'émergence des dimensions musicales chez l'enfant normo-entendant et sourd, et pourquoi la musique constitue un véritable outil de stimulation auditive pour ces enfants.

1. Présentation générale de la surdité et les différents moyens de réhabilitation

1.1. L'âge d'apparition de la surdité

La surdité est qualifiée de congénitale lorsqu'elle touche l'enfant dès sa naissance. La boucle audiophonatoire est nécessaire pour le développement du langage et de la parole de l'enfant. Son interruption a donc des conséquences différentes selon l'âge d'apparition de la surdité. Nous distinguons les pertes auditives pré-, péri- et post-linguale. La surdité est qualifiée de pré-linguale ou péri-natale, si elle survient avant l'âge de 2 ans, de péri-linguale ou péri-linguistique, si elle survient entre 2 et 4 ans, et de post-linguale ou post-linguistique, si elle survient après cette période. Il existe également des surdités évolutives responsables d'une régression de l'audition à plus ou moins long terme.

³⁴² CHAPMAN Robin S., « Children's Language Learning: An Interactionist Perspective ». *Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines*, Vol. 41, n°1, 2000, p. 33-54.

³⁴³ KARMILOFF-SMITH Kyra & KARMILOFF-SMITH Annette, *Comment les enfants entrent dans le langage*. Paris : Retz, 2012.

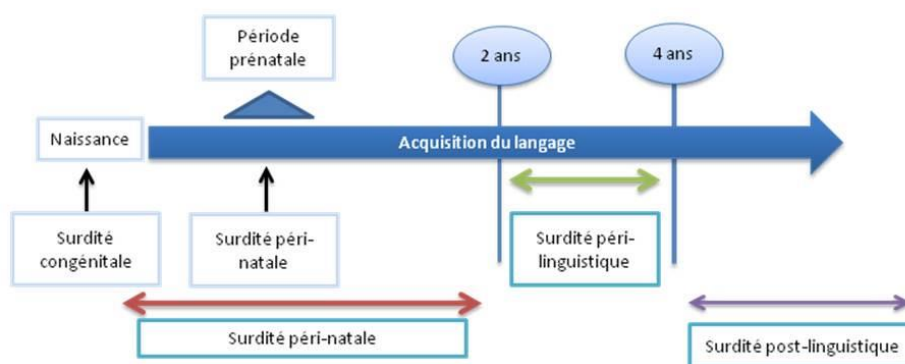


Figure 70 : Schéma récapitulatif d'après Lina-Granade et Truy (2005).³⁴⁴

Les auteurs soulignent l'importance de ces deux premières années de la vie, jugées particulièrement sensibles pour l'acquisition du langage parlé, au regard de la plasticité cérébrale et des capacités d'apprentissages fondamentales.

1.2. Le siège de l'atteinte auditive

De façon générale, les troubles de l'audition sont classés selon la région atteinte du système auditif. Nous distinguons trois types de surdité : les surdités de transmission, de perception et les surdités mixtes. Les surdités de transmission correspondent à une atteinte de l'oreille externe et/ou de l'oreille moyenne. Le degré de perte auditive maximal s'élève à 60 dB et sont en général moins invalidantes sur le plan du développement langagier notamment que les surdités de perception (dont la perte peut atteindre 120 dB). Les surdités de perception se traduisent par une atteinte uni ou bilatérale de l'oreille interne, des voies ou des centres nerveux auditifs. Une surdité de transmission et une surdité de perception peuvent se combiner sur la même oreille, constituant ainsi une surdité mixte. La surdité centrale semble beaucoup plus rare chez l'enfant car elle résulte d'un dommage ou

³⁴⁴ LINA-GRANADE Geneviève & TRUY Éric, « Conduite à tenir devant une surdité de l'enfant ». *EMC-Oto-rhino-laryngologie*, Vol. 2, n° 3, 2005, p. 290-300.

d'une déficience au niveau du système nerveux central et peut se situer dans les connexions nerveuses du cerveau (surdité verbale, surdité corticale et agnosie auditive).

1.3. Le degré de surdité

Il n'existe pas une surdité mais des surdités, classées selon un nombre de critères fort divers (Mondain et al., 2005)³⁴⁵

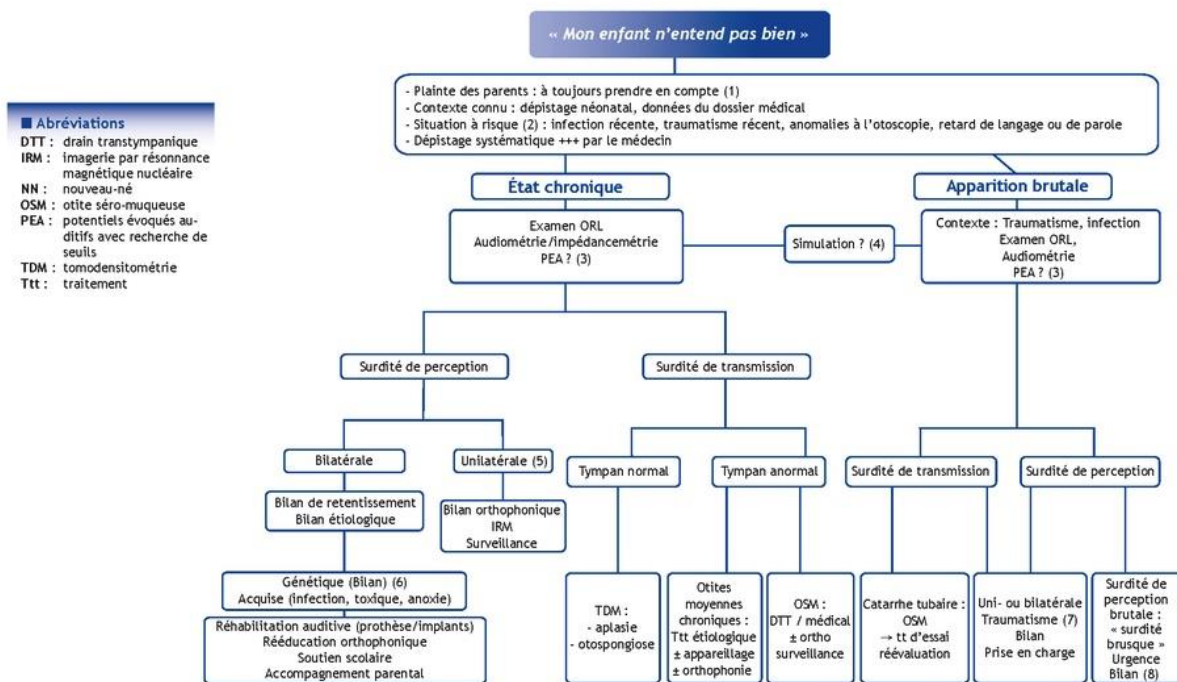


Figure 71 : Arbre décisionnel pour la classification des surdités, issu de Mondain et collaborateurs (2005).

La Figure ci-dessus représente schématiquement ces critères dans une perspective de prise en charge pluridisciplinaire.

La classification des degrés de surdité et de leurs conséquences perceptives proposée par le Bureau International d'Audio-Phonologie (BIAP, 2008)³⁴⁶ est exposée dans le tableau ci-dessous.

³⁴⁵ MONDAIN Michel & BLANCHET Catherine & VENAIL Frederic & VIEU Adrienne, « Classification et traitement des surdités de l'enfant. » *Emc - Oto-rhino-laryngologie*, Vol. 2, 2005, p. 301-319.

³⁴⁶ <http://www.biap.org/biapfrancais.htm>

Classification audiométrique des déficiences auditives	
Audition normale	La perte tonale moyenne ne dépasse pas 20 dB .
Déficiences auditives légères	La perte tonale moyenne est comprise entre 21 dB et 40 dB . La parole est perçue à voix normale. La plupart des bruits familiaux sont perçus.
Déficiences auditives moyennes	<p>Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 41 et 55 dB.</p> <p>Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 56 et 70 dB. La parole est perçue à voix élevée. Le sujet comprend mieux en regardant parler. Quelques bruits familiers sont encore perçus.</p>
Déficiences auditives sévères	<p>Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 71 et 80 dB.</p> <p>Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 81 et 90 dB. La parole est perçue à voix forte près de l'oreille. Les bruits forts sont perçus.</p>
Déficiences auditives profondes	<p>Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 91 et 100 dB.</p> <p>Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 101 et 110 dB.</p> <p>Troisième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre 111 et 119 dB. Aucune perception de la parole. Seuls les bruits très puissants sont perçus.</p>
Déficiences auditives totales	La perte moyenne est de 120 dB et plus. Rien n'est perçu.

Tableau 1 : Classification audiométrique des déficiences auditives du Bureau International d'Audio-Phonologie.

Plus la déficience auditive est importante, plus la quantité et la qualité des informations sonores de l'environnement qui parviennent à l'enfant sourd sont restreintes ; ce qui entrave l'enfant dans son accès au langage oral. Bien évidemment, les conséquences sur le développement du langage seront différentes selon le degré de surdité. Cette classification résulte du calcul d'une perte moyenne

sur les fréquences conversationnelles. Dans le schéma ci-après, le son est caractérisé par deux dimensions : la fréquence et l'intensité. Dans l'absolu, il en manque cependant deux autres : les dimensions de durée et de timbre.

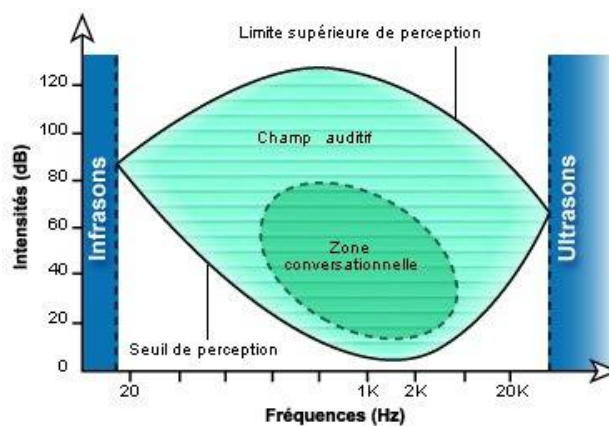


Figure 72 : la courbe audiométrique de l'oreille humaine,³⁴⁷

Les précisions données ci-dessus peuvent se résumer sur un graphique représentant le champ auditif humain (vert). La zone conversationnelle (vert foncé)

La fréquence basse (pour les sons graves) et élevée (pour les sons aigus) est exprimée en Hertz (Hz). Notre oreille est sensible à une gamme spécifique de fréquences (sons graves et aigus) et d'intensités (sons faibles et forts) définissant le champ auditif humain. L'oreille humaine entend des fréquences comprises entre 20 Hz (fréquence la plus grave) et 20 000 Hz (fréquence la plus aiguë). Elle capte des niveaux d'intensité acoustique compris entre 0 et 120 dB. Pour qu'un son pur de fréquence 1000 Hz soit perceptible par l'oreille humaine, il faut qu'il soit au-dessus de 0 dB. A cette même fréquence, 120 dB est le niveau d'intensité acoustique le plus fort qui puisse être supporté par notre oreille. Au-delà, l'oreille peut subir des lésions irréversibles au niveau de ses structures internes. La zone conversationnelle définit les sons utilisés pour la communication par la voix humaine. Lorsque cette zone est affectée, le handicap auditif apparaît vraiment.

³⁴⁷ GUIDETTI Michel & TOURRETTE Catherine. (2002). *Handicaps et développement psychologique de l'enfant*. Paris, Armand Colin.

1.4. Étiologie des surdités

Selon une expertise collective réalisée par l'Inserm (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) en 2006, mais toujours d'actualité, il s'avère que les surdités de l'enfant peuvent être isolées (non syndromiques) ou syndromiques (c'est-à-dire associés à des anomalies d'autres organes).³⁴⁸ Il est à noter également que 90% des enfants sourds naissent de parents entendants (Albertini 2010³⁴⁹ ; Roberts 2018³⁵⁰). La synthèse faite par l'Inserm nous informe précisément sur l'étiologie des différentes surdités :

La prévalence de la surdité augmente avec l'âge. Certains types de surdité, en particulier les surdités génétiques, apparaissent durant l'enfance ou même à l'âge adulte. La répartition des surdités prélinguales dans les pays développés est aujourd'hui estimée à 10-15% de surdités syndromiques héréditaires, 60-65% de surdités isolées héréditaires et 20-25% de surdités d'autre origine (infections, médicaments, complication de la prématurité...)³⁵¹

Les différentes recherches menées dans ce domaine depuis une vingtaine d'années permettent petit à petit l'identification des gènes responsables sur l'origine des déficits auditifs. Le premier gène responsable de la surdité héréditaire congénitale a été identifié en 1995 par Christine Petit, pionnière dans ce domaine, à l'Institut Pasteur (la connexine 26).³⁵² Depuis de jour, une centaine de gènes ont été découverts. L'équipe de Sandrine Marlin³⁵³, médecin spécialiste en génétique de la surdité à l'Hôpital Necker-Enfants Malades – Institut Imagine, contribue énormément à faire avancer la recherche dans ce domaine. Les cahiers de l'Audition ont d'ailleurs dédié un numéro complet autour

³⁴⁸ Expertise Collective, *Déficits auditifs : Recherches émergentes et applications chez l'enfant*, Inserm, 2006.

³⁴⁹ ALBERTINI John A., « Deafness and Hearing Loss ». *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. Ed. I. B. Weiner and W. E. Craighead. 4th ed. Vol. 2. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010, p. 461-62.

³⁵⁰ ROBERTS Megan Y., « Parent-Implemented Communication Treatment for Infants and Toddlers With Hearing Loss: A Randomized Pilot Trial », *Journal of Speech Language and Hearing Research*, Vol. 62, n°1, 2018, p. 143-152.

³⁵¹ *Op. cit.*, Inserm, p. 105.

³⁵² HARDELIN Jean-Pierre, DENOYELLE Françoise, LEVILLIERS Jacqueline, SIMMLER Marie-Christine & PETIT Christine, « Les surdités héréditaires : génétique moléculaire », *Med Sci (Paris)*, Vol. 20, n°3, 2004, p. 311-316.

³⁵³ MARLIN Sandrine, GARABÉDIAN Éréa Noël, ROGER Gilles, MOATTI Lucien, MATHA Nicole, LEWIN Patricia, et al. « Connexin 26 gene mutations in congenitally deaf children: pitfalls for genetic counseling », *Arch. Otolaryngol. head Neck Surg*, 2001, Vol. 127, n°8, p. 927-33.

de ce sujet fondamental en 2013.³⁵⁴

1.5. Les adaptations prothétiques

Selon la recommandation du BIAP, « Chez le jeune enfant, la maturation des voies et des centres auditifs est subordonnée à une stimulation sonore précoce, adaptée et régulière. »³⁵⁵ Toute réhabilitation auditive repose sur un même principe actif : apporter de l'énergie acoustique aux tympans.³⁵⁶ D'où la nécessité d'adapter un appareillage dès le diagnostic posé sans délai. Pour cela, il existe différents moyens de réhabilitation auditive comme : la prothèse auditive conventionnelle et l'implant cochléaire. L'implant cochléaire du tronc cérébral et l'implant électromagnétique d'oreille moyenne sont beaucoup moins fréquents.³⁵⁷ Il est tout à fait primordial de comprendre que l'appareillage évolue au fur et à mesure des progrès de l'enfant. Comme le rappelle Eric Bizaguet, « il s'agit donc d'une démarche interactive dans un cadre pluridisciplinaire où les choix initiaux seront modifiés progressivement à la recherche de la solution la plus adaptée. »³⁵⁸

1.5.1. La prothèse auditive

Il s'agit d'un matériel électronique destiné à amplifier les sons et à améliorer le traitement du signal sonore à partir des capacités résiduelles de l'oreille interne. L'appareil auditif se compose de 3 éléments principaux : un microphone, un écouteur et un amplificateur. Le son est converti en

³⁵⁴ « Dossier Génétique et Surdité », *Collège National d'Audioprothèse*, Vol. 26, n 1, 2013, p. 6-20.

³⁵⁵ Recommandation BIAP 06/8 : « L'appareillage de l'enfant déficient auditif. »

<http://www.biap.org/en/component/content/article/66-recommendations/ct-6--hearing-aid/12-biap-recommendation-nd-068--prosthetic-fitting-procedure-for-hearing-impaired-child>

³⁵⁶ LAURENT Stéphane et ROY Thomas, « Le Bilan d'efficacité prothétique : interprétation et utilisation pour les réglages », *Les Cahiers de l'Audition* n 6, 2012, p. 24.

³⁵⁷ TRUY Éric, « Méthodes instrumentales de réhabilitation de l'audition : intérêts et limites. » In M. Mondain, V. Brun, *Les surdités de l'enfant. Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2009, p. 11-19.

³⁵⁸ BIZAGUET Éric, « L'appareillage de l'enfant sourd », *Revue générale : Audition, Réalités pédiatriques*, n 175, Décembre 2012, p. 18.

signaux électriques à l'aide du microphone. Ceux-ci sont analysés et traités par le microprocesseur. Les signaux sont ensuite amplifiés et reconvertis en ondes sonores au moyen d'un haut-parleur puis transmis dans le conduit auditif.

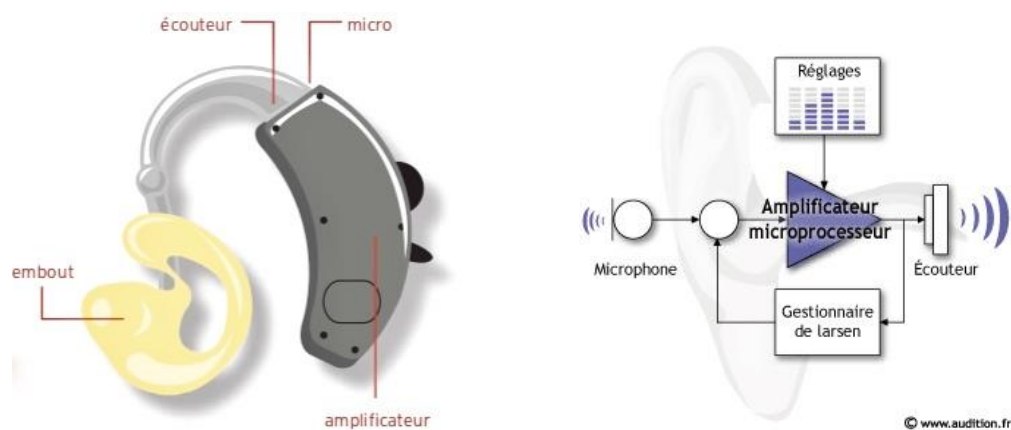


Figure 73 : Fonctionnement d'une prothèse auditive conventionnelle.³⁵⁹

1.5.2. L'implant cochléaire

Depuis la fin du XX^{ème} siècle, Les implants cochléaires ont considérablement évolué. Les premières recherches ont débuté en France et aux Etats-Unis dans les années 1960 pour aboutir à l'essor de cette technologie en 1993.³⁶⁰ L'implant cochléaire pédiatrique s'adresse aux enfants présentant une surdité sévère à profonde bilatérale. Celui-ci a permis une avancée considérable dans le développement du langage oral de l'enfant sourd.³⁶¹ Il existe actuellement quatre fabricants d'implants cochléaires : Cochlear®, Med-El®, Advanced Bionics® et Neurelec®. Chacun de ces fabricants perfectionnent sans cesse leur technologie. Ce qui explique en partie l'orientation de notre

³⁵⁹ *La surdité de l'enfant - guide pratique à l'usage des parents*, édition INPES/Fondation de France, 2005, p. 69.

https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/la_surdite_de_l_enfant_-_guide_pratique-inpes_cle01de4c.pdf

³⁶⁰ LIGNY Chantal, SIMON Patricia, MATAGNE Laurence & SCHEPERS Franz, « Implantation cochléaire bilatérale ». *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, Vol. 27, Tome 5, n°138, 2015, p. 403-413.

³⁶¹ COENE Martine & SCHAUWERS Karen & GILLIS Steven & ROORYCK Johan & GOVAERTS Paul. « Genetic predisposition and sensory experience in language development: Evidence from cochlear-implanted children. » *Language and cognitive Processes*. Psychology Press, Vol. 26, n°8, 2011, p. 1083-1101.

recherche auprès d'enfants sourds porteurs d'implants : d'une part, les stratégies de codage de l'implant sont en perpétuelle évolution et demandent une collaboration pluridisciplinaire afin d'améliorer significativement la perception auditive des enfants ; d'autre part, c'est aussi un outil de plus en plus choisi par les familles, au vu des résultats sur la communication des enfants sourds notamment. Une enquête menée par le CISIC (Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire) en 2012 en faisait d j le constat : « 10 % des personnes ont été implantées avant 1996. A partir de 1999, la courbe s'accélère avec un petit ralentissement en 2006 et 2008, avant que les dispositifs d'implants cochléaires ne relèvent d'une prise en charge de la sécurité sociale à partir de 2009. »³⁶² Actuellement on estime à environ 130 000 le nombre de patients sourds bénéficiant d'un implant cochléaire dans le monde, dont environ 1/3 d'enfants.

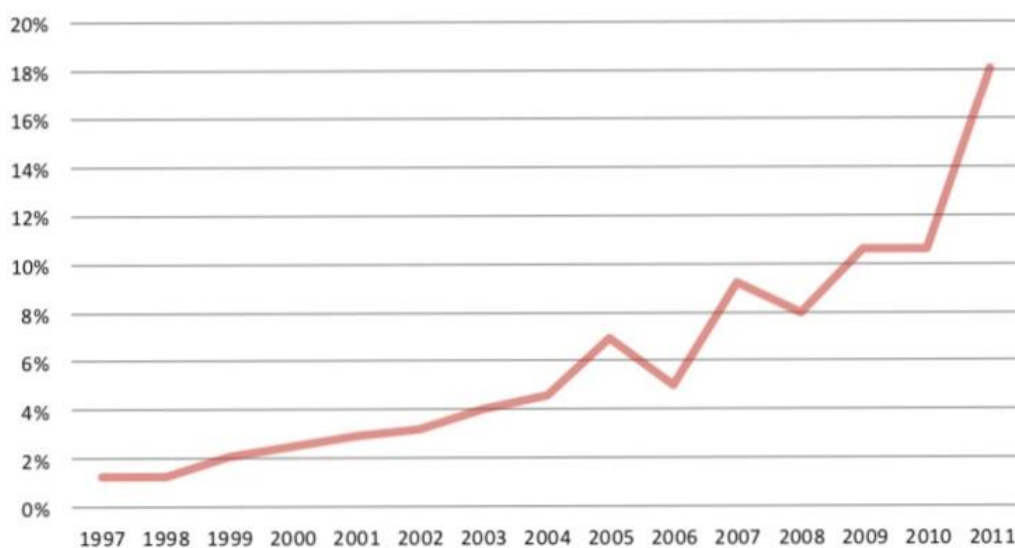


Figure 74 : Courbe des sujets implantés en France depuis 1996 proposé par le CISIC.

1.5.2.1. Principe et fonctionnement

L'implant cochléaire est une prothèse auditive particulière qui nécessite un acte chirurgical (ANDEM, 1994³⁶³ ; Preisler, 2001³⁶⁴). C'est un dispositif électro-acoustique qui permet de restaurer

³⁶² https://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/synthese_questionnaire_cisic2012.pdf

³⁶³ ANDEM, *L'implant cochléaire chez l'enfant sourd pré-lingual*, Paris, ANDEM-Service des études, 1994.

³⁶⁴ PREISLER Gunilla, *Les implants cochléaires chez les enfants sourds*. Strasbourg, Edition du conseil de l'Europe, 2001.

partiellement la fonction cochléaire, dans le cadre de surdités de perception endocochléaires, profondes et bilatérales (cf. représentation schématique ci-dessous)³⁶⁵

Le processus entier, de l'arrivée d'un son au traitement par le cerveau, est si rapide que l'utilisateur entend le son au moment où il se produit et ce, de manière continue. A l'inverse de la prothèse auditive, basé uniquement sur l'amplification des sons, l'implant permet de stimuler directement et électriquement le nerf cochléaire par des électrodes implantées chirurgicalement dans la rampe tympanique de la cochlée (jusqu'à 22 électrodes).

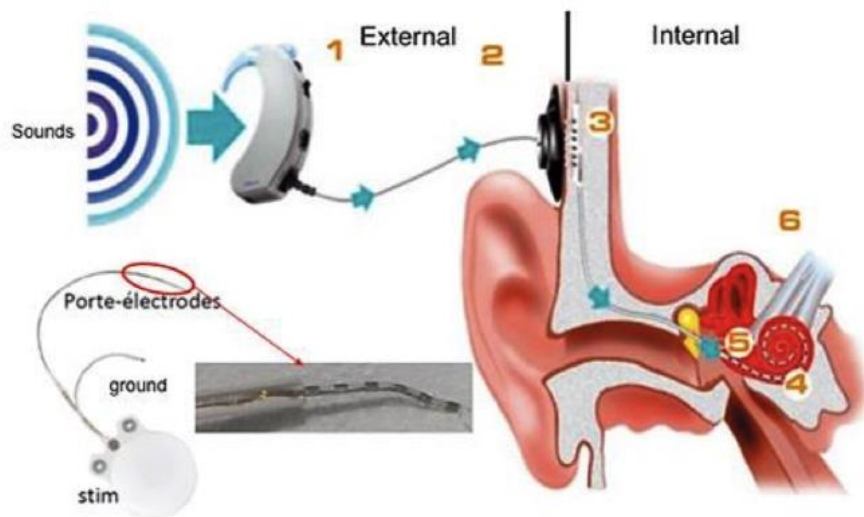


Figure 75 : Représentation schématique des différentes composantes d'un implant cochléaire. La partie externe est composée d'un processeur audio, qui enregistre les sons de l'environnement et d'une antenne. La partie interne est constituée d'un stimulateur et d'un porte-électrode de 8 à 22 contacts insérés dans la cochlée.

L'intérêt de cette technique est de remplacer l'organe de Corti défaillant et de restaurer la résolution spectrale ou tonotopie qui permet la discrimination fréquentielle (Govaerts et al., 2004)³⁶⁶, c'est-à-dire la capacité de différencier les sons selon leur fréquence. C'est une capacité essentielle

³⁶⁵ TRUY Éric & LINA-GRANADE Geneviève, « Implantation cochléaire de l'enfant : Technologie, bilan médical et sélection des candidats, réhabilitation. » *Archives de Pédiatrie*, Vol. 10, n°6, 2003, p. 554-564.

³⁶⁶ GOVAERTS Paul J., DAEMERS Kristin, SCHAUWERS Karen, De BEUKELAER Carina, YPERMAN Marjan, De CEULAER Geer., et al., « Implantation précoce et/ou bilatérale. » *Rééducation orthophonique*, n°217, 2004, p. 31-47.

pour la compréhension de la parole.

L'implant est préconisé pour des patients sourds qui ne retirent que peu de bénéfices des prothèses conventionnelles. Il est donc systématiquement précédé d'un essai prothétique. Ainsi, seules 22 électrodes vont remplacer les 3500 cellules ciliées internes absentes ou défailtantes. L'implant permet donc de rétablir une audition efficace mais la perception demeure toujours imprécise, la qualité et la précision des informations sonores s'en trouvent réduites. La gamme de stimulation fréquentielle est similaire entre les quatre constructeurs d'implants, à savoir de 100 à 8000 Hz.

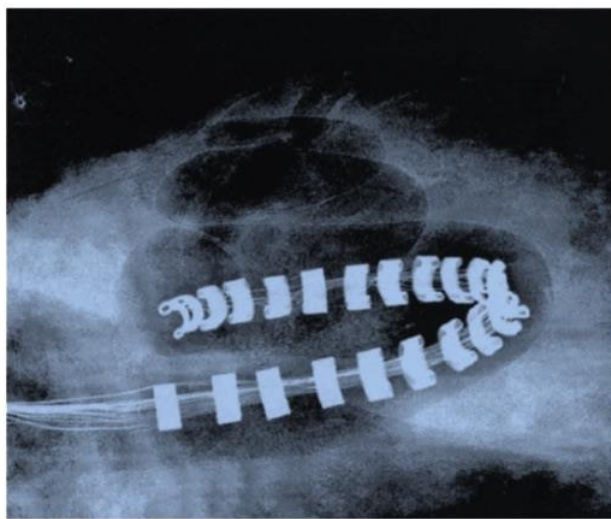


Figure 76 : Implant cochléaire Nucleus CI-22 inséré dans la rampe tympanique.

Adapté d'après (G. Clark, 2003)³⁶⁷

Dès lors, pour compléter les apports de l'implant, une prise en charge rééducative alliant l'éducation auditive à l'utilisation d'informations visuelles (lecture labiale, LPC, français signé...) sera nécessaire pour permettre un bon développement linguistique (Hage, Charlier, & Leybaert, 2006).³⁶⁸

³⁶⁷ CLARK Graeme, « Cochlear implants in children: safety as well as speech and language », *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, Vol. 67 Suppl 1, p. 7-20, 2003.

³⁶⁸ HAGE Catherine, CHARLIER Brigitte & LEYBAERT Jacqueline. Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd. Pistes d'évaluations. Bruxelles : Mardaga, 2006.

1.5.2.2. Les différents types de stratégie de codage existant

Selon Catherine Hage et collaborateurs, les stratégies de codage de l'implant sont divisées en trois grandes catégories : les stratégies temporelles, les stratégies spectrales et les stratégies hybrides.³⁶⁹

Les stratégies temporelles ont pour but de privilégier le traitement de l'information temporelle du message acoustique (stratégie CIS *Continuous Interleaved Sampling*).³⁷⁰ Cette stratégie effectue un transcodage numérique afin de restituer fidèlement l'enveloppe temporelle dans chaque bande de fréquence. Les électrodes sont stimulées de façon séquentielle afin de réduire les interactions électriques entre les différents canaux. Actuellement, cette stratégie est utilisée chez Cochlear®, Med-El® et Advanced Bionics®. Par exemple, chez ce dernier constructeur, cette stratégie est nommée *HiRes*.

La stratégie la plus répandue chez Cochlear®, avec leur modèle d'implant Nucleus®, *Multipeak* (ou MPEAK) a apporté à la cochlée une information supplémentaire sur les hautes fréquences. Le processeur réalise une extraction des estimations des formants F0, F1, F2. Puis, il utilise 3 bandes de filtres pour transmettre des informations supplémentaires entre 2000 et 8000Hz. La fréquence de stimulation reste fixe. Cette stratégie de codage correspond à la stratégie spectrale.

Enfin, les stratégies hybrides plus récentes, correspondent à la combinaison de ces deux types de stratégies précédemment cités : la stratégie spectrale et temporelle. Les stratégies de codage de la parole traitent principalement la représentation la plus pertinente des différents composants fréquentiels de la parole (stratégie SPEAK).³⁷¹

Pour une description plus détaillée sur ces questions, nous pouvons faire référence aux travaux

³⁶⁹ HAGE Catherine et al., 2006, « Chapitre 11 : L'enfant porteur d'implant cochléaire : Intervention chirurgicale, suivi et évaluation », *op. cit.*, p. 247-266.

³⁷⁰ WILSON Blake S., FINLEY Charles C., LAWSON Dewey T., WOLFORD Robert D., ZERBI Mariangeli. « Design and evaluation of a continuous interleaved sampling (CIS) processing strategy for multichannel cochlear implants. » *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol. 30, n°1, 1993, p. 110-116.

³⁷¹ DAUMAN René, CARBONNIERE Bernadette, SORIANO Véronique, BERGER-LAUTISSIER Sylvie, BOUYÉ Jany, DEBRUGE Éric, CORIAT Géraldine et BÉBÉAR Jean-Pierre, « Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant. » *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Oto-rhino-laryngologie*, 20-185- D-10, 1998, p. 7.

de Wilson & Dorman (2008)³⁷² et également très récemment à cet article de Wilson (2019).³⁷³

A l'heure actuelle, les personnes porteurs d'implants cochléaires possèdent généralement plusieurs réglages, avec différentes stratégies de codage, leur permettant de s'adapter à différentes situations acoustiques de la vie quotidienne. Mais la question d'une stratégie de codage permettant à la fois la restitution des informations essentielles à la compréhension de la parole et celle d'autres informations acoustiques n'est pas encore résolue. Il s'agirait de savoir si cela serait plus pertinent d'améliorer la résolution spectrale (nombre d'électrodes disponibles) ou les stratégies de codages.

1.6. Les moyens de communication

Tout d'abord, il faut prendre en compte le fait que la majorité des familles entendantes ayant un bébé sourd, préfère communiquer en utilisant la langue orale, puisque c'est le mode le plus aisé pour les parents.³⁷⁴ Le plus souvent, cela s'avère insuffisant à plus ou moins long terme car l'enfant sourd a besoin d'un étayage supplémentaire afin d'accéder à toutes les subtilités de la langue. En fonction de l'âge de l'enfant, de son niveau de langage, de la fonctionnalité de son audition, de ses capacités d'apprentissage, du contexte familial dans lequel il évolue, différentes aides pourront lui être proposées. Ces aides devront être adaptées au plus près de son évolution.

1.6.1. Le *motherese* ou *Mamanais* : procédure naturelle

La première communication du tout petit reste une communication basée sur le regard, les mimiques et les gestes. Le bébé possède dès la naissance des capacités communicationnelles et une volonté d'interagir avec son entourage.³⁷⁵ Ces échanges l'amènent naturellement à explorer la

³⁷² WILSON Blake S. & DORMAN Mickael F., « Cochlear Implants: Current designs and future possibilities », *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol. 45, n°5, 2008, p. 695-730.

³⁷³ WILSON Blake S., « The Remarkable Cochlear Implant and Possibilities for the Next Large Step Forward », *Acoustical Society of America, Acoustics Today*, Vol. 15, n°1, 2019, p. 53-61.

³⁷⁴ LENEL Nadjmah, « Les communications alternatives », In M. Mondain et V. Brun (Eds.), *Les surdités de l'enfant*. Issy-les-Moulineaux, Masson, 2009, p. 20-27.

³⁷⁵ LEDERBERG Amy & EVERHART Victoria S., « Conversations Between Deaf Children and Their Hearing Mothers : Pragmatic and Dialogic Characteristics. » *Journal of deaf studies and deaf education*. Vol. 5, 2000, p. 303-322.

sonorité de sa voix. Le *motherese* utilisé par les Anglo-Saxons, appelé en France le *Mamanais*, est une façon courante et instinctive de s'adresser à son petit, présent dans toutes les langues et cultures du monde.³⁷⁶ C'est un très beau moyen de communiquer également avec un enfant sourd. Pour cela, les adultes utilisent un registre de voix plus aigüe que d'habitude avec une gamme de contours d'intonation plutôt restreinte mais dont les modulations de hauteur sont particulièrement exagérées. Le débit est ralenti, l'articulation plus précise et le rythme beaucoup plus marqué. Les différentes pauses proposées permettent au bébé d'intervenir à son tour et de relancer le dialogue. Les répétitions sont nombreuses et le plus souvent pertinentes. Le *motherese* n'est en aucun cas « une simplification appauvrissante du langage, mais l'expression d'un style particulier, précieux support et renforçateur des éléments paraverbaux. »³⁷⁷ Comme le soulignent Michel Soulé et Boris Cyrulnik, « toutes ces caractéristiques sont parfaitement adaptées aux capacités perceptives et aux capacités d'attention des jeunes nourissons et leur facilitent la perception de la parole. »³⁷⁸ Cet étayage aura pour principale fonction de capter l'attention de l'enfant et de développer « l'attention conjointe ». Cette notion a été étudiée par le psychologue américain Jérôme Bruner. « L'attention conjointe » est un élément fondamental de ce qu'il nomme les « formats ».³⁷⁹ Bruner les définit comme étant les « échanges habituels qui fournissent un cadre pour l'interprétation concrète de l'intention de communication entre mère et enfant ».³⁸⁰ C'est l'interaction majeure du développement social décrit par Mundy et Newell.³⁸¹ Pour clore ce chapitre, voici un très beau témoignage d'une maman d'enfant sourd qui illustre notre propos :

Les mots de la mère, du père forment une bulle autour de l'enfant, une enveloppe vibratoire qui l'atteint sur toute la surface de sa peau. Les éléments comme le souffle, la parole brève ou

³⁷⁶ DE BOYSSON-BARDIES Bénédicte. *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob poche, 2005.

³⁷⁷ DELAROCHE Monique, *Au fil des regards et des caresses...*, Ortho-éditions, 2012, p. 27.

³⁷⁸ SOULÉ Michel et CYRULNIK Boris, *L'intelligence avant la parole : nouvelles approches originales du bébé*, Paris, ESF, 1998, p. 22.

³⁷⁹ BRUNER Jérôme S., *Le développement de l'enfant, savoir faire, savoir dire* (Trad. M. Deleau), Paris, P.U.F., 1983.

³⁸⁰ *Ibid.*, p. 171.

³⁸¹ MUNDY Peter & NEWELL Lisa, « Attention, joint attention, and social cognition », *Current directions in Psychological Science*, Vol. 16, 2007, p. 269-274.

chantante de la mère, les lignes mélodiques des voix de l'entourage, les ondes graves et aiguës qui viennent frapper la surface de sa peau vont devenir des repères organisateurs, indispensables à la mise en place des apprentissages ultérieurs.³⁸²

1.6.2. Comptines mimées et chansons gestuées

Nous reparlerons en détails de l'importance de la musique et des comptines tout particulièrement dans notre dernier chapitre dédié aux méthodes d'apprentissages musicaux (chapitre 6). Dans ce moment affectif privilégié, la comptine contribue à développer des compétences essentielles pour l'enfant sourd et sa famille. Le chant stimulerait le développement d'habiletés préalables à l'acquisition du langage, tel que le tour de rôle, l'utilisation de gestes et le maintien du contact visuel. D'après Daniel Stern, le rythme, la forme et l'intensité sont perçus par l'enfant quel que soit le mode sensoriel utilisé : visuel, tactile ou auditif.³⁸³ L'enfant développe et élabore une véritable construction intérieure, qui va lui permettre de développer des capacités d'anticipation grâce à la structure même de la comptine avec la présence d'un début, d'un milieu et d'une fin. De plus, une comptine ou chanson est basée sur une alternance couplet/refrain qui développeront également les mêmes types de compétences. Cela fait particulièrement écho avec Meyer et notre chapitre précédent.

1.6.3. La Langue Française Parlée Complétée (LPC)

C'est grâce à la syllabe que le bébé reconnaît sa langue maternelle. La Langue française Parlée Complétée (LPC) repose sur un code manuel visuel. Son but est de favoriser la compréhension de la parole, en associant à celle-ci des mouvements de mains (des clés). Ainsi, il s'agit de compléter la langue (française, par exemple) pour qu'elle soit perçue finement, malgré une défaillance de l'audition. Initialement, le *Cued Speech*³⁸⁴ fut inventé par le physicien Orin Cornett en 1967 pour

³⁸² DELAROCHE Monique, *Au fil des regards et des caresses...*, op. cit., p. 19.

³⁸³ STERN Daniel N., *Le monde interpersonnel du nourisson*, PUF le fil rouge, 2003.

³⁸⁴ CORNETT Orin R., « Cued Speech », *American Annals of the Deaf*, Vol.112, p. 3-13, 1967.

compléter les informations visuelles apportées par la lecture labiale. Afin d'éliminer les sosies labiaux, cet outil permet de lever toutes les ambiguïtés de la lecture labiale et rend visible toute la chaîne parlée. Certaines études mettent en évidence le fait que la majorité des enfants qui utilisent couramment la LPC sont des enfants qui perçoivent et développent plus facilement leur langage oral (Leybaert & LaSasso, 2010)³⁸⁵ et ce, d'autant plus facilement que le début d'exposition à la LPC a été précoce (Leybaert & Alegria, 2003)³⁸⁶. L'utilisation de la LPC présente des avantages qui vont au-delà de la perception de la parole. En spécifiant tous les contrastes phonologiques de la langue et en la présentant comme une succession de phonèmes, la LPC permet à l'enfant sourd de se construire des représentations phonologiques robustes et précises.



Figure 77 : Les 8 configurations des doigts telles que les voit l'enfant pour coder les consonnes.

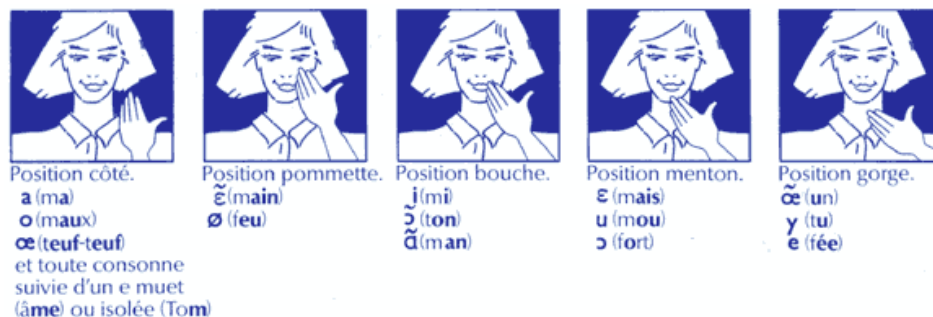


Figure 78 : Les 5 positions de la main pour coder les voyelles avec la LPC.

³⁸⁵ LEYBAERT Jacqueline & LaSasso Carol, « Cued speech for enhancing speech perception and first language development of children with cochlear implants. » *Trends in Amplification*, Vol. 14, n°2, 2010, p. 96–112.

³⁸⁶ LEYBAERT Jacqueline & ALEGRIA Jésus, « The role of cued speech in language development of deaf children. » In M. Marschark & P. E. Spencer (Eds.), *Handbook of deaf studies, language, and education*. New York: Oxford University Press, 2003, p. 261-274.

1.6.4. La langue des Signes Française (L.S.F.)

Avant toute chose, il est important de préciser que contrairement à une croyance assez répandue, la langue des signes n'est pas universelle. Il existe une langue des signes française (LSF), une langue des signes américaine (ASL), une langue des signes britanniques (BSL), etc ... La langue des signes française est officiellement inventée par l'abbé de l'Epée dans les années 1760. Aujourd'hui, la LSF est reconnue comme une langue à part entière depuis février 2005.³⁸⁷ De ce fait, elle possède un vocabulaire propre et des règles de grammaire. Comme une langue orale, la Langue des Signes est composée de signes arbitraires qui diffèrent d'un pays à l'autre.

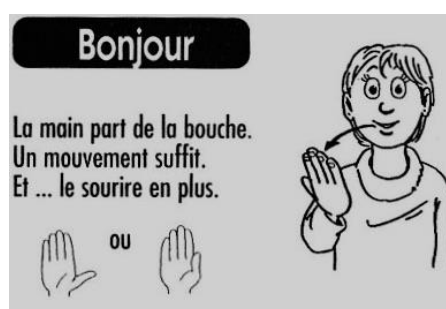


Figure 79 : Le signe « Bonjour » extrait du *Dictionnaire 1200 signes français-LSF* de Monica Companys.³⁸⁸

Interprétée par les mains, le visage et le corps dans son ensemble, la Langue des Signes (LSF) est une langue à part entière et constitue un des piliers de la culture sourde. Etant entièrement visuelle, elle met en valeur le non-verbal. Cette langue accorde aussi une place très importante à l'expression du visage pour exprimer sans ambiguïté les objets, les actions ou les sentiments.

La LSF possède un alphabet dactylogique et utilise la lecture sur les lèvres. Chaque lettre de l'alphabet latin que nous utilisons à l'écrit possède une retranscription signée. Il permet d'épeler

³⁸⁷ Article L312-9-1 du Code de L'éducation.

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006524761&cidTexte=LEGITEXT000006071191&dateTexte=20050212>

³⁸⁸ *Dictionnaire 1200 signes français-LSF*, Editions Monica Companys, 2000.

les noms propres ou les mots n'existant pas encore en LSF (cf. Figure ci-dessous).

Elle possède une grammaire. Bien qu'il n'y ait pas de conjugaison, cette langue précise le moment où se déroule l'action. On situe l'action sur la ligne du temps par la position du corps, en particulier celle de l'épaule.



Figure 80 : Alphabet dactylologique de la Langue des Signes Française.

Comme toute langue, elle véhicule bien sûr une culture. Choisir de communiquer avec la LSF ne signifie pas pour autant un isolement du reste de la société. C'est choisir de la connaître pour s'ouvrir aux autres et mieux la comprendre. L'enfant aura donc le choix de « signer » afin d'échanger, de communiquer avec les autres.

Dans les années 80, le programme *Baby Sign Language* s'est développé aux Etats-Unis afin d'aider les familles entendants à communiquer avec leur bébé, avant l'apparition des premiers mots. Linda Acredolo et Susan Goodwyn (1982), spécialistes en développement de l'enfant, sont partis de l'aptitude naturelle des bébés à utiliser des gestes simples pour des mots qu'ils ne savent pas encore

dire. Elles sont arrivées à la conclusion que les bébés initiés à cette méthode par leurs parents apprenaient à parler plus tôt, faisaient moins de colères, réalisaient des gains précieux dans leur développement intellectuel, exprimaient leurs émotions plus efficacement et développaient des liens plus solides avec leurs parents. L'équivalent en France « Signe avec moi » a été mis au point par Nathanaëlle Bouhier-Charles en 2006.³⁸⁹ Cette méthode a été largement développée en France depuis peu, dans les lieux d'accueil de la petite enfance : crèches, jardin d'enfants, écoles maternelles. Elle rencontre un franc succès auprès des familles et des professionnels, car cette méthode donne la possibilité aux tout-petits d'exprimer clairement leurs besoins et permet aux parents de les comprendre. Tout ceci avant même l'acquisition de la langue orale.



Figure 81 : Extrait du signe « Encore ».

2. Les conséquences de la surdité profonde congénitale

Nous pouvons observer une grande variabilité dans le développement psychologique des enfants sourds. Celle-ci peut s'expliquer de par l'hétérogénéité existant au sein de la population, en termes de capacités et performances auditives, mais aussi selon des critères non auditifs tels que l'association éventuelle avec d'autres handicaps, l'étiologie de la déficience, le degré d'atteinte, l'âge

³⁸⁹ BOUHIER-CHARLES Nathanaëlle, *Signe avec moi : la langue gestuelle des sourds à la portée de tous les bébés*, Editions Monica Companys, 2006.

de survenue ou encore le contexte familial et social (Guidetti & Tourrette, 2002³⁹⁰; Lina-Granade & Truy, 2005).³⁹¹

Tout au long du développement pré-linguistique, les productions vocales de l'enfant sourd et son comportement communicatif vont se différencier de celui de l'enfant normo-entendant. La conséquence de la surdité la plus invalidante est l'accès au langage oral.

2.1. Les troubles langagiers

2.1.1. L'impact de la surdité sur la communication précoce

Cette partie aborde les difficultés que rencontrent les familles d'enfants sourds pour mettre en place une communication précoce et favoriser l'apparition du langage chez leur enfant. Nous envisagerons cette partie en comparaison avec le développement de l'enfant entendant. Le bébé entre en communication de différentes façons avant d'entrer dans le langage : regard, mimique, intonations signifiantes. Nous verrons que la restriction des premières productions de l'enfant sourd entraîne une modification des interactions qu'il a avec son entourage sur les plans quantitatif et qualitatif. D'où l'installation de difficultés supplémentaires à celles directement liées à la déficience auditive, et qui ont des répercussions non négligeables dans le domaine de l'acquisition du langage.

2.1.1.1. Restriction des premières productions

Au niveau prosodique, quelle que soit l'importance de la perte auditive, tous les enfants au cours des premiers mois suivant la naissance, produisent des vocalisations en faisant varier la hauteur, l'intensité, le rythme, le timbre... Ainsi, dès les premiers mois de vie, on retrouve déjà les différents paramètres de la voix. Nous avons pu voir précédemment que l'environnement linguistique des jeunes enfants est composé, en grande partie, de formes particulières du langage appelées *motherese* et *baby-*

³⁹⁰ *Op. Cit., Handicaps et développement psychologique de l'enfant, 2002.*

³⁹¹ *Op. Cit., Conduite à tenir devant une surdité de l'enfant, 2005.*

talk dans la littérature anglaise (De Boysson-Bardies, 2005).³⁹² Cependant, chez l'enfant sourd, ces émissions sonores sont en général retardées et différentes, qualitativement et quantitativement. A partir de deux mois, nous observons une réduction de la dynamique vocale, des durées d'énoncés plus courtes, une courbe mélodique peu variée ainsi qu'un répertoire phonique stéréotypé (Vinter 2005).³⁹³ De même, des auteurs comme Bertoncini et De Boysson-Bardies (2000)³⁹⁴ ou Eilers et Ollers (1994)³⁹⁵ relèvent que les enfants sourds ne babillent pas comme les enfants entendants étant donné que le babillage est lié à la perception des sons d'une langue. Ainsi, les nourrissons sourds n'atteindraient jamais le stade de babillage canonique à l'âge attendu et leur parole présenterait des perturbations de rythme, de mélodie, d'intonation, de contrôle phonatoire et articulatoire. Toutefois, de nombreux facteurs viennent moduler ces caractéristiques, telles que l'appareillage précoce et les interactions avec l'environnement familial conduisant à l'observation de fortes différences entre enfants.

Le babillage canonique est acquis entre 5 et 10 mois chez l'enfant normo-entendant. L'enfant sourd vocalise lui aussi, quelle que soit l'importance de sa déficience auditive. Néanmoins, ses productions sont retardées et déviantes par rapport à celles des enfants entendants. Chez l'enfant sourd, le babillage canonique ne se manifeste qu'aux alentours de 15 mois chez l'enfant dont la perte auditive avoisine les 90 dB, vers 25 mois si la déficience est comprise entre 90 et 100 dB et au-delà de cette perte auditive, ce sera vers 30 mois seulement. Les travaux de Shirley Vinter montrent le lien entre le retard d'apparition du babillage canonique et le degré de surdité. Si au départ, les bébés sourds ont un fondamental comparable à celui des enfants entendants, la voix aura tendance à se dégrader au fil des ans, plutôt qu'à s'améliorer (Dumont, 1997).³⁹⁶ A l'âge de six mois, un enfant normo-entendant

³⁹² DE BOYSSON-BARDIES Bénédicte. *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob poche, 2005.

³⁹³ VINTER Shirley, *L'acquisition du langage oral par l'enfant sourd*. In Solal (Ed.), *Précis d'audiologie et de déglutition*, Marseille, 2005, p. 271-292

³⁹⁴ BERTONCINI Josiane et DE BOYSSON-BARDIES Bénédicte. « Chapitre 4. La perception et la production de la parole avant deux ans », Michèle Kail éd., *L'acquisition du langage. Vol. I. Le langage en émergence. De la naissance à trois ans*. Presses Universitaires de France, 2000, p. 95-136.

³⁹⁵ EILERS et OLLERS, « Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. » *J. Pediatr.* Vol.124, n°2, 1994, p 199-203.

³⁹⁶ DUMONT Annie, *Implantations cochléaires : guide pratique d'évaluation et de rééducation*, Isbergues, Ortho Edition, 1997.

distingue deux sons éloignés d'un ton. Nous savons également qu'il est particulièrement sensible aux sons aigus. Pour le bébé sourd c'est l'inverse. En effet, la surdité atteint d'abord et avec un plus grand déficit les fréquences aiguës (Carré, 2008).³⁹⁷ De plus, Valérie Alis et Nicole Jubien (2009) nous explique que le « tapping est un mode exploratoire psychomoteur qui survient pendant la période de babillage : l'enfant explore le monde et les objets en tapant sur ou avec les jouets. Le frapper précède toujours le babillage canonique. Chez le bébé sourd profond, tapping et productions syllabées sont dissociés. »³⁹⁸

2.1.1.2. Modification des interactions parentales

L'avenir linguistique de l'enfant sourd, et ce quel que soit le type d'appareillage choisi, repose majoritairement sur la capacité de la famille à construire un cadre interactif avec leur enfant. Même si aujourd'hui l'importance de la communication précoce avec un tout jeune enfant sourd est bien intégrée dans les représentations des professionnels de la surdité, grâce à la contribution de l'implant cochléaire notamment, Catherine Hage soulève malgré tout le fait que les parents d'un bébé sourd « sont rarement conscients de l'importance des interactions précoces en tant que catalyseur du développement du langage. »³⁹⁹ Chez l'enfant sourd, la période pré-linguistique est compromise par différents facteurs. Il n'est pas rare en effet que les parents d'un bébé sourd s'arrêtent de lui parler, omettant du même coup de renforcer les comportements susceptibles de soutenir la communication avec leur enfant. D'autre part, et ce à la décharge des parents, nous avons vu que la pauvreté des émissions vocales des bébés sourds - productions de durée réduite, schémas mélodiques plats et stéréotypés - n'encourage pas ces derniers à les intégrer au sein des échanges interpersonnels ni à interpréter ces vocalisations en tant qu'actes de communication. Ainsi, l'absence de réponses vocales peut modifier les interactions qu'ont les parents avec leur enfant, soit en n'apportant pas assez de

³⁹⁷ CARRÉ Alain, *Musique et Surdité*, Paris, Fuzeau, 2008.

³⁹⁸ ALIS Valérie et JUBIEN Nicole, « Quelques particularités de l'accès au langage chez l'enfant sourd, » in *Implant cochléaire pédiatrique et r education orthophoniste*, Médecine-Sciences, Flammarion, Paris, 2009, p. 14.

³⁹⁹ HAGE Catherine, « Co-construire le langage : le défi des interactions précoces avec le très jeune enfant sourd », *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, Vol.27, Tome 5, n 138, 2015, p. 427-434.

stimulations, soit en exerçant une pression trop forte. Or, nous connaissons l'importance de ces interactions dans le développement des productions vocales et de l'intonation.

Par conséquent, une guidance familiale associée à un appareillage précoce et à une éducation spécifique permet à l'enfant, même sourd profond, un développement des échanges et de la communication avec son entourage. En l'absence de toute remédiation, la privation sensorielle précoce va, par la suite, entraîner de nombreuses répercussions sur la voix et la prosodie de l'enfant sourd, celle-ci constituant « la matrice des futures compétences langagières, pragmatiques et linguistiques, c'est-à-dire des futures compétences à la fois conversationnelles et linguistiques (Vinter 2005).

Chez l'enfant sourd profond, bien que les structures neurologiques spécialisées dans le langage existent dès la naissance, celles-ci ne sont pas suffisamment alimentées par les informations auditives. L'input linguistique des enfants sourds est donc nécessairement visuel. Avec un enfant sourd, la communication repose essentiellement sur le regard. En situation duelle, à chaque fois que l'enfant détourne les yeux, il y a rupture de la communication. En situation d'observation conjointe d'un même objet avec l'adulte, l'enfant doit mettre en place des mécanismes d'attention divisée. Cette attention est répartie entre le message oral audiovisuel et l'objet de l'interaction. Les informations lui parviennent donc de façon séquentielle (regard de l'adulte / objet / regard de l'adulte / objet...) et non simultanée. Ce problème d'attention amène l'adulte à passer plus de temps à attirer l'attention de son bébé qu'à jouer avec lui. Les routines interactives chez l'enfant sourd restent le plus souvent centrées sur le « faire faire » quelque chose à l'adulte plutôt que le « faire savoir » (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005).⁴⁰⁰ Par conséquent, à partir de 18 mois, les habiletés proprement linguistiques des enfants sourds sont inférieures à celles des entendants du même âge (Lepot-Froment & Clerebaut, 1996).⁴⁰¹

À cet égard, la construction d'un « lien d'attachement sécurisant » constitue un prérequis

⁴⁰⁰ DELEAU Michel & LE MANER-IDRISSI Gaid, « Le développement des habiletés pragmatiques chez les enfants sourds ». In *L'acquisition du Langage Chez l'Enfant Sourd*, Marseille, Solal, 2005.

⁴⁰¹ LEPOT-FROMENT Christiane & CLEREBAUT Nadine, *L'enfant Sourd*. Chapitre 2 : « Les interactions prélinguistiques entre l'enfant et ses parents », Bruxelles, De Boeck, 1996, p. 59-82.

nécessaire à l'utilisation la plus adaptée des divers moyens de communication, par les parents et les professionnels de la petite enfance. Il s'agit d'un processus complexe qui va se développer pendant tout le développement de l'enfant. Claudia Gold a mis en évidence cela dans son ouvrage de référence *À l'écoute des émotions de l'enfant* (2014).⁴⁰²

Au demeurant, les interactions comportementales servent de support aux interactions affectives. Le psychiatre américain, Daniel Stern (1989) parle d'« accordage affectif » entre le parent et l'enfant.⁴⁰³ Dans cette expérience partagée, le parent répond à un affect exprimé par le bébé par un affect équivalent : par exemple, un geste du parent répondra à une vocalise de l'enfant. Cet accordage au travers des interactions va aider l'enfant à organiser son vécu et ses sensations et à leur donner du sens. Edward Tronick⁴⁰⁴ partage le point de vue de Stern en affirmant que « cette expérience émotionnelle basale du bébé » se traduit par une entrée multimodale des différentes voies sensorielles, sous forme de boucle rétroactive partant des actions du bébé, différente de la seule boucle audio-phonatoire, nuancés par les signaux de contrôle de ce dernier.⁴⁰⁵

2.2. L'impact de la surdité sur le développement du langage

La conséquence la plus importante de la surdité profonde est l'accès au langage oral. Nous avons vu que l'accès au langage peut commencer après la mise en place d'un appareillage efficace, sous l'effet conjoint de la stimulation auditive et de la prise en charge spécifique de l'enfant sourd.

L'apprentissage de la langue s'apprendra surtout de manière explicite, contrairement à l'enfant normo-entendant qui est capable d'extraire les régularités structurelles de la langue de manière implicite : les mots, leur agencement, les usages et habitudes linguistiques. Nous nous

⁴⁰² GOLD Claudia M., *À l'écoute des émotions de l'enfant*, Paris, Albin Michel, 2014.

⁴⁰³ STERN Daniel, *Le monde interpersonnel du nourrisson*, Paris, PUF, 1989.

⁴⁰⁴ TRONICK Edward, « Multilevel meaning making and dyadic expansion of consciousness theory: The emotional and the polymorphic polysemic flow of meaning », in D. Fosha, D.J. Siegel, M. Solomon (éd.) *The healing power of emotion: Affective neuroscience, development, and clinical practice*, New York, Norton; 2008, p. 86–110.

⁴⁰⁵ ROSENBLUM Ouriel, « Du bébé à l'empathie : Une approche des interactions affectives », in A. Braconnier & J. Sipo (Dir), *Le Bébé et les interactions précoces*, Paris, PUF, 1998, p. 167-194.

intéresserons plus particulièrement aux enfants sourds porteurs d'implant cochléaire, car notre travail expérimental, présenté dans notre cinquième chapitre, s'est focalisé sur cette population.

Concernant l'accès au lexique de l'enfant sourd, les enfants implantés présentent un âge de développement lexical en réception inférieur à ceux des enfants entendants de même âge (Blamey et al., 2001).⁴⁰⁶ Des résultats ultérieurs soulignent que le retard accumulé ne désigne pas une famille de mots en particulier et correspond très sensiblement à la période de surdité. Ce qui permet d'établir un âge de développement analogue à la période d'audition fonctionnelle (Fagan & Pisoni, 2010).⁴⁰⁷ D'autre part, ce développement lexical est positivement corrélé à l'âge d'implantation, avec un net avantage pour les enfants implantés précocement (Hayes, Geers, Treiman, & Moog, 2009).⁴⁰⁸ Une implantation avant l'âge de deux ans serait comparable à celui des enfants entendants pour le vocabulaire en réception (Connor, Craig, Raudenbush, Heavner, & Zwolan, 2006).⁴⁰⁹ De manière plus spécifique, l'enfant sourd rencontre des difficultés pour certains champs lexicaux (mathématiques, mots abstraits, marqueurs temporels, mots fonctions) et pour la catégorisation (Rinaldi & Caselli, 2009).⁴¹⁰ Certains auteurs ont démontré une augmentation significative des capacités conversationnelles des enfants sourds implantés dès les six premiers mois post-implantation (Briec et al., 2012⁴¹¹ ; Le Maner-Idrissi et al. 2008, 2010).⁴¹² En effet, lorsqu'ils sont implantés précocement, ces enfants présentent rapidement un bon niveau d'autonomie dans l'initiation des

⁴⁰⁶ BLAMEY Peter J., SARANT Julia Z., PAATSCH Louise E., BARRY Johanna G., BOW Catherine P., WALES Roger J., et al., « Relationships Among Speech Perception, Production, Language, Hearing Loss, and Age in Children with Impaired Hearing », *Journal of Speech Language Hear Research*, Vol. 44, n°2, 2001, p. 264-285.

⁴⁰⁷ FAGAN Mary K. & PISONI David B., « Hearing Experience and Receptive Vocabulary Development in Deaf Children with Cochlear Implants », *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Vol.15, n°2, 2010, p. 149-161.

⁴⁰⁸ HAYES Heather, GEERS Ann E., TREIMAN Rebecca & MOOG Jean S., « Receptive Vocabulary Development in Deaf Children with Cochlear Implants: Achievement in an Intensive Auditory-Oral Educational Setting », *Ear Hearing*, Vol.30, n°1, 2009, p. 128-135.

⁴⁰⁹ CONNOR Carol M., CRAIG Holly K., RAUDENBUSH Stephen W., HEAVNER Krista & ZWOLAN Teresa A., « The Age at Which Young Deaf Children Receive Cochlear Implants and Their Vocabulary and Speech-Production Growth: Is There an Added Value for Early Implantation? », *Ear Hearing*, Vol.27, n°6, 2006, p. 628-644.

⁴¹⁰ RINALDI Pasquale, CASELLI Cristina, « Lexical and Grammatical Abilities in Deaf Italian Preschoolers: The Role of Duration of Formal Language Experience », *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Volume 14, Issue 1, Winter 2009, p. 63-75.

⁴¹¹ BRIEC Julie, LE MANER-IDRISSI Gaïd, DARDIER Virginie, ROUXEL Géraldine, TAN-BESCOND Géraldine & GODEY Benoit, « Échanges conversationnels avec un partenaire familial : étude comparative entre enfants sourds, implantés cochléaires depuis 2 ans et enfants entendants. », *L'Année psychologique*, Vol. 112, n°1, 2012, p. 17-48.

⁴¹² LE MANER-IDRISSI Gaïd, PAJON Cécile, GAVORNIKOVA-BALIGAND Zdenka, DELEAU Michel, TAN-BESCOND Géraldine & GODEY Benoit, « Implant cochléaire et développement des échanges conversationnels », *Revue canadienne des sciences du comportement*, Vol. 40, n°2, 2008, p. 120-127.

échanges vocaux et gestuels. (Tait, De Raeve et al., 2007). Ils peuvent par exemple prendre leur tour de parole sans avoir forcément besoin de contact visuel avec autrui. L'implant cochléaire leur permet d'être plus actifs dans les interactions.

Comme le souligne Barbara Tillmann, la surdité engendre différents troubles d'origine centrale, souvent reliés à une difficulté de traitement temporel. De ce fait, les enfants sourds ont des difficultés à maîtriser les aspects langagiers reliés à ces aspects temporels, ce qui les empêche de prédire et d'anticiper les événements multisensoriels (Bedouin et al. 2016⁴¹³, 2018⁴¹⁴). Finalement, un déficit fondamental d'apprentissage séquentiel statistique chez les enfants sourds les conduirait à traiter les phrases comme des suites de mots non reliés (Eisenberg, Martinez, Holowecky, & Pogorelsky, 2002).⁴¹⁵ Cela empêcherait l'apprentissage implicite de règles morphosyntaxiques et limiterait le recours aux stratégies impliquant la syntaxe pour mieux identifier des mots, y compris en lecture (Gallego, Martin-Aragoneses, Lopez-Higes, & Pison, 2016).⁴¹⁶

De plus, Lorenzi et collaborateurs (2006)⁴¹⁷ ont démontré que des sujets malentendants, et ce quelque soit leur âge, semblent peu capable de tirer profit des informations de structure temporelle fine pour identifier les signaux, alors qu'ils obtiennent de très bons résultats pour identifier des logatomes avec l'enveloppe seule. En fin de compte, « un déficit dans les capacités d'encodage et/ou d'utilisation des informations de structure fine semble être systématiquement associé à un déficit d'intelligibilité dans le bruit ». ⁴¹⁸

⁴¹³ BEDOUIN Nathalie, BESOMBES Anne-Marie, ESCANDE Eliette, DUMONT Annie & TILLMANN Barbara, « Déficiences morphosyntaxiques chez des enfants sourds implantés : hypothèses et pistes de remédiation par le rythme musical », *Rééducation orthophonique*, n°268, 2016, p. 261-288.

⁴¹⁴ BEDOUIN Nathalie, BESOMBES Anne-Marie, ESCANDE Eliette, DUMONT Annie, LALITTE Philippe & TILLMANN Barbara, « Boosting syntax training with temporally regular musical primes in children with cochlear implants », *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, Vol.61, n°6, 2018, p. 365-371.

⁴¹⁵ EISENBERG Laurie, MARTINEZ Amy, HOLOWECKY Suzanne, POGORELSKY Stephanie, « Recognition of lexically controlled words and sentences by children with normal hearing and children with cochlear implants », *Ear Hear*, Vol. 23, n°5, p. 450-62.

⁴¹⁶ GALLEGO Carlos, MARTIN-ARAGONESES Teresa, LOPEZ-HIGES Ramón & PISON Guzmán, « Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation. », *Research in developmental disabilities*, Vol. 49-50, 2016, p. 153-170.

⁴¹⁷ LORENZI Christian, GILBERT Gaëtan, CARN Héloïse, GARNIER Stéphane et MOORE Brian C. J., « Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Dec 2006, Vol. 103, n°49, p.18866-18869.

⁴¹⁸ DESAUNAY Melodie, FLEURIOT Pierre, DEBRUILLE Louis, GARNIER Stéphane, GARABEDIAN Erea Noël, LOUNDON Nathalie, MARLIN Sandrine, DENOYELLE Françoise, TRAN BA HUY Patrice, De WAELE Catherine,

2.3. Les conséquences sur la Cognition

2.3.1. Les facultés intellectuelles

Bien évidemment, la surdité en elle-même ne retentit pas sur l'intelligence d'un enfant. Néanmoins, les conséquences directes de la surdité (telles que les troubles ou retard de langage) et un manque de soutien de l'environnement de l'enfant peuvent rendre difficiles certaines acquisitions. En effet, l'insuffisance langagière que peut engendrer la surdité entraîne parfois un retard dans le développement cognitif, notamment dans les acquisitions intellectuelles liées à la perception du temps et de l'espace sur le plan du raisonnement et de l'abstraction.

Pour certains auteurs, une période de privation auditive chez des enfants sourds, bien que compensée par un implant cochléaire par exemple, aurait de réelles conséquences sur l'apprentissage implicite, et ce dans différentes modalités sensorielles (Conway & Christiansen, 2009)⁴¹⁹. Selon ces auteurs, c'est l'expérience sonore qui permet de construire les fondations servant à développer les habiletés cognitives temporelles et séquentielles dans toutes les modalités. La modalité auditive prime cependant en matière de traitement séquentiel. Ainsi, les enfants sourds implantés présenteraient un déficit du traitement séquentiel, impliqué dans l'apprentissage implicite, ayant pour conséquence des difficultés langagières persistantes malgré la compensation de l'appareil auditif. Ces difficultés se retrouvent notamment en grammaire, car l'extraction des régularités de la langue se fait moins efficacement que chez un enfant entendant.

GILBERT Gaëtan & LORENZI Christian, « Rôle des informations d'enveloppe temporelle et de structure temporelle fine dans l'intelligibilité de la parole chez les sujets entendants et malentendants », *Les Cahiers de l'Audition*, Vol. 20, n°3, 2007, p. 46-50.

⁴¹⁹ CONWAY Christopher M. & CHRISTIANSEN Morten H., « Seeing and Hearing in Space and Time : Effects of modality and presentation rate on implicit statistical learning », *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol.21, n°4, 2009, p. 561-580.

2.3.2. La mémoire

La mémoire à court terme et la mémoire de travail sont essentielles dans le maintien et le traitement des informations. Elles sont un élément primordial entre l'input sensoriel et le stockage de l'information en mémoire à long terme (Baddeley, 1992).⁴²⁰ La mémoire joue un rôle majeur dans la perception et le traitement du langage. Étant donné que certains mots ne sont pas ou mal perçus, la mémorisation est forcément plus difficile. Ce qui peut entraîner une reconnaissance plus lente puisque l'enfant sourd a besoin de comparer le son entendu à ceux enregistrés dans sa mémoire auditive. Ainsi, le développement de la mémoire verbale sera affecté à plusieurs niveaux par la surdité prélinguale, car elle dépend en partie de l'expérience auditive de l'enfant.

Des études sur la mémoire de travail ont montré dans des tâches usuelles d'empan de chiffres que les enfants implantés cochléaires présentaient des capacités inférieures à celles d'enfants normo-entendants (Harris et al., 2011).⁴²¹ Ces résultats sont corrélées à la modalité linguistique dans laquelle les enfants évoluent, à leur score de vocabulaire en réception (Pisoni & Cleary, 2003⁴²². ; Pisoni et al., 2011).⁴²³ Dans ce cas, plus les scores de perception sont bas, plus la longueur de l'empan est faible.

L'ensemble de ces études suggèrent que les fonctions cognitives impliquant la modalité-spécifique auditive, sont davantage impactées chez les enfants sourds implantés que chez les enfants normo-entendants.

⁴²⁰ BADDELEY Alan, « Working Memory », *Science*, Vol.255, n°5044, 1992, p. 556-559.

⁴²¹ HARRIS Michael S., PISONI David B., KRONENBERGER William G., GAO Sujuan, CAFFREY Helena M., & MIYAMOTO Richard T., « Developmental trajectories of forward and backward digit spans in deaf children with cochlear implants », *Cochlear implants international*, Vol.12 (Suppl. 1), 2011, p. 84-88.

⁴²² PISONI David B. & CLEARY Miranda, « Measures of Working Memory Span and Verbal Rehearsal Speed in Deaf Children after Cochlear Implantation », *Ear Hearing*, Vol.24, n°1, 2003, p. 106-120.

⁴²³ PISONI David B., KRONENBERGER William G., ROMAN Adrienne & GEERS Ann E., « Measures of digit span and verbal rehearsal speed in deaf children after more than 10 years of cochlear implantation », *Ear and Hearing*, Vol.32, 2011, p. 60-74.

2.3.3. Les adaptations du cerveau à la surdité

Il nous apparaît primordiale la question de la surdité et des difficultés qu'elle provoque selon les multiples connexions existantes dans le cerveau. D'une part, les mécanismes de synaptogenèse dépendants de l'expérience auditive ne sont pas utilisés dans le cas de la surdité profonde. Comme les synapses non appropriées ne sont pas éliminées, les connections essentielles ne peuvent pas se former et être redistribuer dans l'arborescence dendritique (Kral & Eggermont, 2007)⁴²⁴ du fait que les modes de réhabilitation deviennent moins efficaces si la période critique est dépassée.⁴²⁵ D'autre part, l'information délivrée par l'implant est cependant appauvrie. Les enfants sourds doivent donc développer des stratégies d'adaptation dans lesquelles les informations visuelles ont un rôle fondamentalement complémentaire. Comparativement aux personnes normo-entendantes, les enfants sourds utilisent la lecture labiale bien plus efficacement par exemple. Cette compensation inter-modalitaire, basée ici sur la vision, est appelée « vicariance sensorielle » et existe également chez les sujets privés d'un autre sens. Au niveau comportemental, « la vicariance sensorielle se manifeste par des capacités accrues dans les modalités épargnées et au niveau cérébral par une réorganisation fonctionnelle des régions cérébrales privées d'informations auditives »⁴²⁶, zones qui sont activées par la présentation de stimuli visuels (Finney Fine & Dobkins 2001)⁴²⁷ et même tactiles (Levänen Jousmäki & Hari, 1998).⁴²⁸ La ré-afférentation auditive est limitée en cas de surdité prolongée, ce qui va entraîner une réorganisation du cerveau de l'enfant sourd pré-lingual. De ce fait, les aires auditives ne peuvent pas récupérer leurs fonctions initiales car le réseau auditif va devoir traiter d'autres informations. Chez l'adulte sourd profond, une surdité précoce affecterait la taille des neurones du noyau cochléaire de moitié par rapport aux sujets entendants (Moore, Niparko, Miller & Linthicum,

⁴²⁴ KRAL Andrej & EGGERMONT Jos J., « What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. » *Brain Research Reviews*, Vol.56, 2007, p. 259-269.

⁴²⁵ ROCHETTE Françoise, « Entraînement Auditif et Musical Chez l'Enfant Sourd Profond : Effets sur la Perception Auditive et Effets de Transferts », Thèse d'état, Université de Bourgogne, 2012.

⁴²⁶ PINTO Serge et SATO Marc, *Traité de Neuro-linguistique : du cerveau au langage*, De Boeck, 2016, p. 259.

⁴²⁷ FINNEY Eva M., FINE Ione & DOBKINS Karen R., « Visual Stimuli activate auditory cortex in the deaf », *Nature Neurosciences*, Vol.4, n°12, 2001, p. 1171-1173.

⁴²⁸ LEVÄNEN Sari, JOUSMÄKI Veikko & HARI Riitta, « Vibration-induced auditory-cortex activation in a congenitally deaf adult », *Current Biology*, Vol.8, n°15, 1998, p. 869-872.

1994).⁴²⁹ De plus, au niveau cortical, l'onde P1, marqueur de la maturité des voies auditives (myélination et croissance axonale) est très retardée chez les sujets implantés tardivement (Sharma, Dorman & Spahr, 2002a)⁴³⁰. Cette information implique un ralentissement de la conduction de l'information. Nous remarquons également que cette onde n'apparaît que dans l'hémisphère controlatéral à la stimulation, alors qu'une stimulation neuronale est censée stimuler bilatéralement les cortex auditifs (Gilley, Sharma & Dorman, 2008).⁴³¹ Il semblerait qu'une période de surdité précoce et prolongée pourrait engendrer un découplage des voies auditives. De plus, l'onde N1, autre marqueur de la maturité corticale, apparaît chez l'enfant entendant vers l'âge de 5 ans et se développe jusqu'à l'adolescence. Chez les enfants implantés tardivement ou tirant peu de bénéfices de leurs prothèses auditives (Eggermont & Ponton, 2003), cela n'apparaîtrait pas.⁴³² Cette absence s'expliquerait par un arrêt ou une altération de la maturation des couches corticales concernées, dont la maturation se traduit au niveau comportemental par l'habileté à traiter la parole dégradée ou la parole dans le bruit. Ainsi « les couches corticales profondes pourraient suivre une maturation autonome en l'absence d'input auditif, tandis que la maturation des couches plus superficielles est soumise à l'expérience auditive. »⁴³³ La plasticité des voies auditives centrales aurait tendance à diminuer avec la durée de la surdité. Ces mécanismes de neuroplasticité sont fondamentaux dans le cas de la surdité.

Chez l'enfant sourd congénital, la réhabilitation de l'audition, par le port de prothèses auditives et/ou d'implant cochléaire, est effectuée dès le diagnostic posé. Cette stratégie thérapeutique permet de faire fonctionner les différents relais de la transmission de l'information sonore et d'agir

⁴²⁹ MOORE Jean K., NIPARKO John K., MILLER George A. & LINTHICUM Fred H., « Effect of Profound Hearing Loss on A Central Auditory Nucleus », *American Journal of Otology*, Vol.15, n°5, 1994, p. 588-595.

⁴³⁰ SHARMA Anu, DORMAN Michael F. & SPAHR Anthony J., « A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants, implications for age of implantation », *Ear Hearing*, Vol.23, n°6, 2002a, p. 532-539.

⁴³¹ GILLEY Phillip M., SHARMA Anu & DORMAN Michael F., *Cortical reorganization in children with cochlear implants*, Brain Research, Vol.1239, n°6, 2008, p. 56-65.

⁴³² EGGERMONT Jos J. & PONTON Curtis W., « Auditory-evoked Potentials Studies of Cortical Maturation in Normal Hearing and Implanted Children: Correlations in Changes in Structure and Speech Perception ». *Acta Otorhinolaryngology*, Vol.123, n°2, 2003, p. 249-252.

⁴³³ ROCHETTE Françoise, *op. cit.*, p. 33.

sur les mécanismes de plasticité cérébrale. Toutefois, le succès des aides prothétiques est fortement soumis à la période du développement auquel elles sont effectives (âge de correction auditive) et négativement corrélé à la durée de la surdité. La rééducation en orthophonie et en particulier l'éducation auditive sont indispensables. Une multitude d'arguments permet d'envisager la musique comme moyen privilégié de l'éducation auditive. Les effets de l'éducation musicale sont immenses. Tout d'abord, l'universalité et surtout l'ancienneté des pratiques musicales suggère leur ancrage biologique (Mithen, 2009)⁴³⁴ et son importance dans la cohésion sociale (Peretz, 2010).⁴³⁵ Grâce aux aptitudes très précoces du traitement des stimuli musicaux, la musique jouerait un rôle crucial dans la communication mère-enfant (Trehub, 2003)⁴³⁶ et influencerait le développement langagier. Les études menées chez les experts en perception auditive (musiciens) ont montré que le système auditif, comme les autres systèmes sensoriels d'ailleurs, est plastique et réagit à l'expérience sensorielle par des modifications à la fois neuroanatomiques (Schlaug, Jäncke, & Huang, 1995 (b))⁴³⁷; Schneider et al., 2002⁴³⁸) et neurofonctionnelles (Patel, 2008⁴³⁹; Herholz et Zatorre, 2012⁴⁴⁰). Dans le cadre de notre étude, nous retenons que des effets spécifiques de la pratique musicale au niveau de compétences langagières accrues ont également été mis en évidence (Oechslin, Meyer & Jäncke, 2010⁴⁴¹ ; Wong, Skoe, Russo, Dees & Kraus, 2007⁴⁴²). Enfin, dès leur réhabilitation auditive réalisée, les enfants sourds semblent démontrer des comportements émotionnels face à la musique comparables à ceux des enfants entendants. Nous envisagerons dans le chapitre suivant les arguments

⁴³⁴ MITHEN Steven J., *The music instinct: the evolutionary basis of musicality*, Annals of the New York Academy of Science, Vol.1169, 2009, p. 3-12.

⁴³⁵ PERETZ Isabelle, « Towards a Neurobiology of Musical Emotions », In P. J. J. Sloboda (Ed.), *Handbook of Music and Emotion: Theory, research, applications*, Oxford, Oxford University Press, 2010.

⁴³⁶ TREHUB Sandra, « The developmental origins of musicality », *Nature Neurosciences*, Vol. 6, n°7, 2003, p. 669-673.

⁴³⁷ SCHLAUG Gottfried, JÄNCKE Lutz & HUANG Yanxiong, « In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. » *Science*, Vol. 3, n°267, 1995b, p. 699-701.

⁴³⁸ SCHNEIDER Peter, SCHERG Michael, DOSCH H. Günter, SPECHT Hans J., GUTSCHALK Alexander, & RUPP André, « Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. » *Nature Neurosciences*, Vol. 5, n°7, 2002, p. 688-694.

⁴³⁹ PATEL Aniruddh D., *Music, Language and the Brain*. New York, Oxford University Press, 2008.

⁴⁴⁰ HERHOLZ Sibylle C. & ZATORRE Robert J., « Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure », *op. cit.*

⁴⁴¹ OECHSLIN Mathias S., MEYER Martin & JÄNCKE Lutz, « Absolute Pitch - Functional Evidence of Speech-Relevant Auditory Acuity », *Cerebral cortex*, Vol. 20, n°2, 2010, p. 447-455.

⁴⁴² WONG Patrick C. M., SKOE Erika, RUSSO Nicole M., DEES Tasha & KRAUS Nina, « Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns ». *Nature Neurosciences*, Vol.10, 2007, p. 420-422.

en faveur de l'utilisation de la musique comme outil de stimulation auditive chez des enfants sourds profonds.

3. La musique : un outil de stimulation auditive pour un enfant sourd

L'enfant présente des compétences très précoces pour le traitement de toutes les informations sonores, comme la musique (Trainor & Heinmiller, 1998⁴⁴³ ; Trehub, 2003⁴⁴⁴), les voix (Decasper & Fifer, 1980), le langage, en particulier la langue à laquelle ils ont été exposés (De Boysson-Bardies, 2005 ; Mandel, Jusczyk, & Kemler-Nelson, 1994) qui vont d'une part se développer spécifiquement sous l'influence de l'expérience. D'autre part, le développement de ces différentes compétences s'influenceraient mutuellement. La première section de ce chapitre fait état du développement des compétences auditives, des modèles développementaux et des répercussions de la musique sur le développement linguistique et communicationnel dans la population tout venant. La façon dont l'expérience de la pratique musicale modifie structurellement et fonctionnellement les aires cérébrales ainsi que les effets de transfert seront présentés dans la deuxième section. Enfin, nous aborderons le comportement de l'enfant sourd face aux stimuli musicaux.⁴⁴⁵

3.1. Aspects développementaux du traitement auditif

Les sciences cognitives de la musique ont mis en évidence des compétences perceptives très

⁴⁴³ TRAINOR Laurel J. & HEINMILLER Becky M., « The development of evaluative responses to music : Infants prefer to listen to consonant over dissonance. » *Infant Behavior & Development*, Vol. 21, 1998, p. 77-88.

⁴⁴⁴ *Op. Cit.*, TREHUB Sandra, The developmental origins of musicality.

⁴⁴⁵ MOUSSARD Aline, ROCHETTE Françoise & BIGANG Emmanuel, « La musique comme outil de stimulation cognitive ». *L'Année psychologique*, vol. 112, n°3, 2012, p. 499-542.

précoces pour la perception et la cognition musicales (Trainor & Hannon, 2013⁴⁴⁶ ; Bigand, Tillmann, Peretz et al. 2015)⁴⁴⁷. Nous savons que la cochlée est fonctionnelle à la fin du 5ème mois de la vie fœtale et que les sons qui parviennent au fœtus sont traités et mémorisés. Par exemple, l'équipe de Winkler et collaborateurs ont montré que le fœtus pouvait mémoriser toute sa vie durant, la chanson « Ah, vous dirai-je maman » présentée de manière répétée durant le dernier trimestre de grossesse.⁴⁴⁸ L'expérience auditive prénatale explique la sensibilité particulière pour certains stimuli acoustiques comme en témoignent les études faites sur les nouveaux-nés : préférence des mélodies entendues in utero (Deliège & Sloboda, 1995⁴⁴⁹ ; Nakata & Trehub, 2004⁴⁵⁰) qui sont reconnues même un an après leur naissance sans ré-écoute. Ce qui suggère que le cerveau humain naît avec « un précâblage » pour la musique, pour reprendre le terme d'Isabelle Peretz.⁴⁵¹

3.1.1. Modèles du développement des compétences musicales

A la naissance, le bébé possède donc déjà un vécu musical. Nous avons vu précédemment que ces dispositions musicales vont être encouragées par l'entourage s'adressant spontanément à l'enfant dans un *motherese* ou *mamanais* qui implique l'accentuation des éléments rythmiques et prosodiques (Papousek, Papousek, & Haekel, 1987).⁴⁵² Il faut rappeler que le chant est un véritable instinct chez l'Homme. Les premières années de vie de l'enfant sont bercées de chants maternels. C'est un comportement universel. Même après l'annonce précoce du handicap de surdité, la majorité des mères entendant chantent spontanément pour leur bébé que ce soit dans les moments du change, du bain

⁴⁴⁶ TRAINOR Laurel J. & HANNON Erin E., « Musical development », in D. Deutsch (dir.), *The Psychology of Music*, Academic Press, 3^e éd., p. 423-497.

⁴⁴⁷ BIGAND Emmanuel, TILLMANN Barbara, PERETZ Isabelle, ZATORRE Robert J., LOPEZ Luisa & MAJNO Maria, « The neurosciences and music V: cognitive stimulation and rehabilitation », *Annals of the New York Academy of sciences*, n° 1337, 2015, p. 1-271.

⁴⁴⁸ WINKLER István, HÁDEN Gábor P., LADINIG Olivia, SZILLER István, and HONING Henkjan, « Newborn infants detect the beat in music », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Feb 2009, Vol. 106, n°7, p. 2468-2471.

⁴⁴⁹ DELIEGE Irène et SLOBODA John, *Naissance et développement du sens musical*, PUF, 1995.

⁴⁵⁰ NAKATA Takayuki & TREHUB Sandra E., « Infants' Responsiveness to Maternal Speech and Singing. » *Infant Behavior and Development*, Vol. 27, 2004, p. 455-464.

⁴⁵¹ PERETZ Isabelle, *Apprendre la Musique*, Nouvelles des Neurosciences, Odile Jacob, 2018, p. 19.

⁴⁵² PAPOUSEK Mechthild, PAPOUSEK Hanuš & HAEKEL Monika, « Didactic adjustments in fathers' and mothers' speech to their three-month-old infants », *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 16, n°5, 1987, p. 491-516.

ou encore pour l'endormissement. Le très bel ouvrage de l'orthophoniste Monique Delaroche, *Au fil des regards et des caresses*, encourage avec beaucoup de bienveillance et de délicatesse les parents du tout petit à accepter son handicap et propose de manière pragmatique un véritable livre de bord pour entrer en communication avec leur bébé.⁴⁵³

L'équipe de Sandra Trehub a mis en évidence le fait que les bébés savaient faire la différence entre le *mamanais* et le chant. Grâce à l'écoute d'une voix enregistrée, soit en *motherese*, soit en chantant, ils ont observé qu'avec le chant, les bébés pouvaient attendre deux fois plus longtemps le retour de l'adulte, avant de donner des signes de détresse.⁴⁵⁴ Ces chercheurs ont également montré que les chants maternels augmentent le taux de cortisol chez les nourissons dont le taux de référence est bas, et au contraire les diminuent, pour ceux dont le taux de référence est haut. Ce qui suggère que le chant aide les bébés à réguler leur état émotionnel. De plus, les travaux de Standley et collaborateurs ont démontré que chez les bébés prématurés, le chant pouvait aider à stabiliser les fonctions physiologiques telles que le rythme cardiaque et les niveaux de saturation en oxygène.⁴⁵⁵ Ces expériences musicales soulignent également l'importance des interactions entre le bébé et son entourage mettant en jeu une communication polysensorielle : l'ouïe, la vue, le toucher et le mouvement. Nous pensons tout particulièrement aux travaux réalisés par l'équipe de Laurel Trainor au sujet des interactions en synchronie. Elle explique que les bébés, dès l'âge de 14 mois, lorsqu'ils agissent en synchronie avec un expérimentateur, cela les rend plus enclin à vouloir aider ce dernier (Trainor et Cirelli, 2015).⁴⁵⁶ Ainsi, « le mouvement synchrone rendu possible par la musique, joue un rôle important dans le développement social précoce, en aidant les bébés à établir des relations de confiance et d'amitié et à construire un réseau de sociabilité. »⁴⁵⁷

⁴⁵³ *Op. cit.*, DELAROCHE Monique, *Au fil des regards et des caresses...*

⁴⁵⁴ CORBEIL Mariève, TREHUB Sandra E. et PERETZ Isabelle, « Singing delays the onset of infant distress », *Infancy*, Vol. 21, p. 373-391.

⁴⁵⁵ STANDLEY Jayne M., CASSIDY Jane, GRANT Roy, CEVASCO Andrea, SZUCH Catherine, NGUYEN Judy, WALWORTH Darcy, PROCELLI Danielle, JARRED Jennifer, ADAMS Kristen, « The effect of music reinforcement for non-nutritive sucking on nipple feeding of premature infants », *Pediatric nursing*, May-June 2010, Vol. 36, p. 136-145.

⁴⁵⁶ TRAINOR Lauren J. & CIRELLI Laura, « Rhythm and interpersonal synchrony in early social development », *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1337, 2015, p. 45-52.

⁴⁵⁷ TRAINOR Laurel J., « La musique chez les tout-petits » in *Revue Internationale d'Éducation « Dossier Musique et Éducation »*, Sèvres n°75, septembre 2017, p. 73.

Dès les premiers jours de vie, le bébé a la capacité d'absorber toutes les musiques du monde. Peretz affirme que « les compétences précoces permettent d'extraire les propriétés quasi universelles de la musique comme : son petit nombre de hauteurs (de 5 à 7 notes) dans un morceau, ses petits intervalles inégaux entre les notes, son nombre limité de durées marquant des temps réguliers et pouvant se grouper. Ces caractéristiques propices à l'organisation hiérarchique, en accordant à certains sons un plus grand poids, sont renforcés par la répétition. »⁴⁵⁸

Par la suite, le développement musical va suivre plusieurs étapes jusqu'à l'adolescence, comme le suggère le modèle à cinq phases de Hargreaves & Galton (1992) qui s'inscrit dans la démarche piagétienne.⁴⁵⁹ La phase sensori-motrice (0-2 ans) se distingue par la capacité de l'enfant à reconnaître les contours mélodiques, les variations d'intensité et à répondre au chant sur le plan moteur. A 6 mois, l'enfant, sensibilisé à la structure de la phrase musicale, est alors capable de discriminer les violations des contours (Trehub, Bull, & Thorpe, 1984).⁴⁶⁰ Il développe également pendant cette période, des compétences temporelles essentielles lui permettant de se balancer et de se synchroniser en rythme. La phase suivante, dite figurale (2-5 ans) se caractérise par la capacité de l'enfant à discriminer différents intervalles (hauteur et contour), et par des expressions vocales fusionnant les chants spontanés et les chants de sa culture. Il se focalise plus sur le texte et les mots que sur la mélodie. Les chansons sont articulées et reconnaissables mais sans cohérence tonale. C'est entre 5 et 8 ans (phase schématique) que tous les aspects de la mélodie sont reproduits convenablement, le respect de la tonalité et l'acquisition de la pulsation apparaissent simultanément. A 6 ans, l'enfant se montre capable de reproduire fidèlement des structures mélodico-rythmiques par exemple. Cependant, il est à noter que les tempi lents sont plus difficiles à appréhender que les tempi rapides. Il aime tout particulièrement imiter l'adulte. A 8 ans, l'enfant a intégré les fonctions tonales

⁴⁵⁸ PERETZ Isabelle, *Apprendre la Musique, op.cit.*, p. 20.

⁴⁵⁹ HARGREAVES David J. and GALTON Maurice J., « Aesthetic learning; psychological theory and educational practice. » In B. Reimer and R.A. Smith (Eds.) *National Society for the Study of Education Yearbook on the Arts in Education* (Ed.), p. 124-50, 1992.

⁴⁶⁰ TREHUB Sandra E., BULL Dale & THORPE Leigh A., « Infants' perception of melodies: the role of melodic contour », *Child Development*, Vol. 55, n°3, 1984, p. 821-830.

comme la cadence parfaite et la demi-cadence (Deliège & Sloboda, 1995).⁴⁶¹ Il découvrira pendant cette période les diverses règles du système tonal. La phase de système de règles (8-15 ans) est caractérisée par la capacité à analyser les éléments musicaux. Elle correspond à l'apprentissage formel de la musique. Enfin, la phase professionnelle (à partir de 15 ans) se caractérise par la capacité de l'adolescent à créer des morceaux de musique et à utiliser la musique comme véritable outil de réflexion.

Nous ne détaillerons pas tous les modèles psychologiques du développement musical. Néanmoins il conviendra de citer les travaux de Sloboda (1985)⁴⁶², Swanwick et Tillmann (1986)⁴⁶³, Zenatti (1967⁴⁶⁴, 1990⁴⁶⁵) et Gordon (1988⁴⁶⁶, 2003⁴⁶⁷). De plus, Pierre Zurcher (2010)⁴⁶⁸ a proposé une autre approche du développement musical qui dépendrait du développement du langage, en quatre étapes.

3.2. Les effets de la musique sur le développement de l'enfant sourd

Les enfants sourds, après réhabilitation de leur fonction auditive, réussissent à développer rapidement des aptitudes perceptives musicales et démontrent en définitive, des patterns comportementaux identiques à ceux des enfants normo-entendants. Ils peuvent également reconnaître et mémoriser des mélodies (Mitani et al., 2007⁴⁶⁹ ; Nakata, Trehub, Kanda, Shibasaki, & Schellenberg, 2005).⁴⁷⁰ Ces observations soulignent l'automatisme de la mise en place des processus de traitement

⁴⁶¹ Deliège et Sloboda, Naissance et développement du sens musical, op.cit.

⁴⁶² SLOBODA John A., L'esprit musicien : la psychologie cognitive de la musique, Paris, Mardaga. 1985.

⁴⁶³ SWANWICK Keith et TILLMANN June, « The sequence of musical development: A study of children's composition. », *British journal of music education*, Vol.3, 1986, p. 305-339.

⁴⁶⁴ ZENATTI Arlette, *Perception et intelligence musicales chez l'enfant*. Université Paris X-Nanterre, Paris, 1967.

⁴⁶⁵ ZENATTI Arlette, « Aspects du développement musical de l'enfant dans l'histoire de la psychologie au XXe siècle ». *Les Sciences de l'éducation*, Vol. 3, n°4, p. 21-38.

⁴⁶⁶ GORDON Edwin E., *Learning sequences in music skill, content and patterns*. Chicago, G.I.A. Publications, 1988.

⁴⁶⁷ GORDON Edwin E., *A music learning theory for newborn and young children*. Chicago, G.I.A. Publications, 3^e édition, 2003.

⁴⁶⁸ ZURCHER Pierre, *Le développement musical de l'enfant : les quatre temps de la musique*, Paris, L'Harmattan, 2010.

⁴⁶⁹ MITANI Chisato, NAKATA Takayuki, TREHUB Sandra, KANDA Yukihito, KUMAGAMI Hidetaka, TABASAKI Kenji, et al., « Music recognition, music listening, and word recognition by deaf children with cochlear implants. » *Ear Hearing*, Vol. 28(Supplement), 2007, p. 29-33.

⁴⁷⁰ NAKATA Takayuki, TREHUB Sandra, MITANI Chisato, KANDA Yukihito, SHIBASAKI Atsuko & SCHENLLENBERG E. Glenn, « Music recognition by Japanese children with cochlear implants. » *Journal of Physiological Anthropol. Applied Human Sciences*, Vol. 24, n°1, 2005, p. 29-32.

de la musique dès que l'audition est fonctionnelle.

Indépendamment de la problématique de l'implant cochléaire, de nombreuses études ont mis en évidence le fait que les enfants sourds pouvaient profiter des bienfaits de la musique. Ils apparaissent à trois niveaux : au niveau du développement du langage oral, des capacités d'écoute et des habiletés sociales. Concernant le développement du langage oral, nous savons aujourd'hui qu'un entraînement musical entraîne des résultats positifs sur la parole de l'enfant. Il a été montré notamment que les contours prosodiques seraient plus naturels après un entraînement de discrimination rythmique (Darrow, 1985)⁴⁷¹ et de chant (Walczyk, 1993).⁴⁷² Par ailleurs, l'apprentissage de comptines et de chansons participe activement à l'augmentation et à l'enrichissement du stock lexical. Concernant les capacités d'écoute, des entraînements spécifiques, comme la discrimination de différents timbres et l'apprentissage de séquences rythmiques notamment, produiraient des effets positifs sur la capacité d'analyse du pitch, la capacité d'écoute dans le bruit, et la mémoire de travail impliquée dans le traitement séquentiel. Pour finir, faire de la musique, à travers le partage du chant et de la danse, permettrait l'amélioration des habiletés sociales et du comportement émotionnel. Du reste, ce lien entre musique et mouvement sera détaillée dans notre dernier chapitre à travers l'exposé des différentes méthodes actives musicales. L'étude de Laurel Trainor et collaborateurs, *The primal role of the vestibular system in determining musical rhythm* (2009)⁴⁷³, nous montre comment s'unissent le rythme et le mouvement dès le déplacement du liquide présent dans le système vestibulaire de nos oreilles, grâce aux vibrations. Ce lien continue à l'intérieur de notre cerveau, et cela même si nous ne bougeons pas. En effet, il a été démontré que le rythme active le cortex auditif mais aussi le cortex moteur, notamment les noyaux de la base responsables de

⁴⁷¹ DARROW Alice-Ann, « Music for the Deaf », *Music Educators Journal*, Vol. 71, 1985, p. 33-35.

⁴⁷² WALCZYK Eugenia Bulawa, « Music instruction and the hearing impaired », *Music Educators Journal*, Vol. 80, n°1, 1993, p. 42-44.

⁴⁷³ TRAINOR Laurel J., GAO Xiaoqing, LEI Jing-Jiang, LEHTOVAARA Karen, HARRIS Laurence R., « The primal role of the vestibular system in determining musical rhythm », *Cortex*, Vol. 45, n°1, 2009, p. 35-43.

la libération de dopamine (réseau du plaisir et de la récompense).⁴⁷⁴ De plus, l'activité musicale contribuerait au développement de la confiance en soi (Hummel, 1971)⁴⁷⁵, de la confiance en l'autre également (Anshel & Kipper, 1988)⁴⁷⁶, de la responsabilité à l'égard du groupe (McDermott, 1971)⁴⁷⁷ et de la sociabilité (Cirelli et al., 2014).⁴⁷⁸

L'aptitude manifeste des enfants sourds dans les activités musicales et le plaisir qu'elles procurent, pourraient s'expliquer par une sollicitation cognitive moindre pour le traitement musical, par rapport au traitement linguistique plus coûteux cognitivement dans la mesure où il suppose une analyse sémantique. Par conséquent, cela expliquerait le fait qu'il serait plus facile pour l'enfant sourd, de percevoir une voix chantée qu'une voix parlée (Carré, 2008).⁴⁷⁹ Ainsi, l'entraînement musical prend alors tout son sens dans l'éducation auditive des enfants sourds. Il est empiriquement reconnu comme un outil privilégié dans l'éducation auditive. Les effets positifs sur le développement du langage oral sont illustrés notamment par de meilleures capacités de traitement des différents paramètres acoustiques comme la durée, la fréquence, l'intensité, le timbre. En orthophonie, il existe diverses méthodes utilisant la musique. Elles méritent d'être mentionnées dans ce chapitre car elles contribuent à soutenir la communication de l'enfant sourd et à construire son langage : la méthode verbo-tonale, la Dynamique naturelle de la parole et la méthode Borel-Maisonny. Les mouvements de la main sont en étroite relation avec ceux de la bouche et de la langue. Ce sont des aires motrices voisines qui sont alors sollicitées. La motricité manuelle favoriserait la motricité bucco-faciale notamment.

⁴⁷⁴ ZATORRE Robert J. & SALIMPOOR Valorie N., « From perception to pleasure: Music and its neural substrates », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 110 (suppl. 2), 2013, p. 10430-10437.

⁴⁷⁵ HUMMEL Cora J. M. « The Value of Music in Teaching Deaf Students », *Volta Review*, Vol. 73, 1971, p. 224-249.

⁴⁷⁶ ANSHEL Anat & KIPPER David A., « The influence of group singing on trust and coopération », *Journal of Music Therapy*, Vol. 25, n° 3, 1988, p. 145-155.

⁴⁷⁷ MCDERMOTT E. F. « Music and Rhythm - From Movement and Lipreading and Speech », *Volta Review*, Vol. 73, 1971, p. 229-232.

⁴⁷⁸ CIRELLI Laura K., EINARSON Kate & TRAINOR Laurel J., « Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants », *Developmental Science*, Vol. 17, n°6, 2014, p. 1003-1011.

⁴⁷⁹ CARRÉ Alain, *Musique et surdité*, Ed. Fuzeau, 2008.

3.2.1. La méthode Verbo-tonale (MVT)

Le graphisme phonétique, le rythme corporel et musical sont issus de la méthode verbo-tonale développée par le linguiste croate Petar Guberina dans les années cinquante. Les fondements de cette méthode sont partis de la constatation que la motricité générale pouvait influencer celle des organes phonatoires. Sa grande idée a été de solliciter le corps tout entier afin de stimuler et de favoriser une production vocale riche. Le corps est émetteur et récepteur de la communication. Ces activités sont présentées de façon ludique et plaisante pour l'enfant. La MVT part des potentialités de l'enfant et non de ses manques. Dans cette méthode, l'éducation auditive est mise au premier plan. On se préoccupe de ce que perçoit l'enfant, plutôt que des positionnements articulatoires dans la sphère buccale. La comptine est au centre de cette méthode. Cette méthode utilise des appareils spécifiques à amplificateurs et filtres : un vibreur, un SUVAG et un plancher vibrant.⁴⁸⁰

3.2.2. La Dynamique naturelle de la parole (DNP)

Cette méthode conçue par M. Dunoyer de Ségonzac, s'inspire de la méthode verbo-tonale, de l'anthropologie du geste de Marcel Jousse et de la méthode Martenot, dont nous parlerons en détails dans notre sixième chapitre, alliant ainsi une dimension artistique aux éléments techniques et sensoriels. De façon ludique, cette méthode utilise des canaux visuel, tactile, kinesthésique et auditif pour développer la conscience phonologique.

3.2.3. La méthode Borel-Maisonnny

Suzanne Borel-Maisonnny, pionnière de l'orthophonie, a mis au point une méthode phonétique et gestuelle, ainsi qu'une méthode de lecture constituée de 37 gestes très utiles pour tous les enfants

⁴⁸⁰ LE CALVEZ Viviane, « La méthode verbo-tonale à l'heure de l'implant cochléaire », *Connaissances Surdités*, n°28, 2009, p. 13-17.

et en particulier pour les enfants sourds. Elle a travaillé entre autres avec Denise Sadek-Khalil, linguiste et orthophoniste et brillante élève de Gustave Guillaume (Sadek-Khalil, 1997).⁴⁸¹ La méthode est publiée initialement en 1949 puis en 1956 dans le Bulletin mensuel de la Société Alfred Binet. En 1960, elle trouve une forme aboutie dans la publication des ouvrages de référence *Langage oral et écrit 1 et 2* (Borel-Maisonny, 1960)⁴⁸² et connaît un retentissement manifeste à la suite de sa collaboration avec Clotilde Sylvestre de Sacy. Cette dernière, fondatrice du Centre de Rééducation de dyslexie-dysorthographe décide d'adapter à l'enseignement traditionnel, la méthode de Borel-Maisonny. Le geste est en rapport avec la forme de la bouche lors de l'articulation ou bien avec la forme de la lettre. C'est une méthode multi sensorielle d'apprentissage de la lecture, qui propose une aide au déchiffrage. A chaque son correspond un geste symbolique. Il y a un geste par son et non par graphie.



Figure 82 : Gestes associés aux sons.⁴⁸³

⁴⁸¹ SADEK-KHALIL Denise, *L'enfant sourd et la construction de la langue*, Montreuil, Ed. Du Papyrus, 1997.

⁴⁸² BOREL-MAISONNY Suzanne, *Langage oral et écrit. Tome 1 : Pédagogie des notions de base. Étude expérimentale et applications pratiques. Tome 2 : Épreuves sensorielles et tests de langage. Appréciation de l'état du langage*, Neuchâtel, Paris, Delachaux & Niestlé, 1960.

⁴⁸³ SYLVESTRE DE SACY Clotilde, COMTE Chantal et CAVALIER Luna, *Bien lire et aimer lire : méthode phonétique et gestuelle créée par Suzanne Borel-Maisonny*. Bien Lire, 2018.

Par exemple, pour le son [o] le même geste est associé à toutes les graphies de ce son : au, eau, os, ot, aut, aux, ault, etc.



Figure 83 : Extrait de Bien Lire et Aimer Lire.

Construite autour de trois axes, phonème, graphème et articulation, cette méthode permet à l'enfant sourd de mieux appréhender le décodage. Dans cette méthode, les consonnes sont en noire et les voyelles en rouge (cf. exemple ci-dessous).

lo la lu lé ly le li

Lola a lu.



Figure 84 : Extrait de *Bien lire et aimer Lire*, p. 23.

Chapitre 5 : Approche empirique de la perception de la Texture chez l'enfant et l'adulte

1. Vers une classification psycho-musicologique pertinente de la Texture

1.1. Les propriétés émergentes : définitions

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, les compositeurs se sont emparés de la texture, afin de s'éloigner de la complexité grandissante des systèmes proposés comme le sérialisme notamment, qui séparait de manière significative les compositeurs de leur public. Ainsi, utiliser la texture était susceptible d'être mieux perçue par les auditeurs. Comme le souligne Philippe Lalitte, « la texture apporte donc aux compositeurs une dimension supplémentaire qui tout en leur offrant la possibilité de sortir d'une pensée musicale trop paramétrique, les engage vers une écriture du virtuel. »⁴⁸⁴

Analyser la texture en musique contemporaine, à savoir analyser les différents types de tissage, de grain, de matière, de strates, revient à considérer la texture comme étant un tout plus ou moins homogène, constituée de la fusion d'éléments séparés. Comme nous l'avons souligné dans le troisième chapitre, « l'émergence » se présente d'abord comme un phénomène perceptif relevant du domaine de la psychoacoustique. Cette notion de « propriétés émergentes » a été élaborée grâce aux travaux de

⁴⁸⁴ Philippe LALITTE, « Texture et émergence perceptive en musique contemporaine », in *Texte, texture, textile. Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature*, EUD, 2013, p. 121-133.

Bregman notamment. Jean François Augoyard (philosophe, urbaniste et musicologue) et Henry Torgue (sociologue, urbaniste et compositeur) en donnent une définition pertinente dans leur ouvrage, *À l'écoute de l'environnement : répertoire des effets sonores* :

Effet générique regroupant la totalité des occurrences sonores qui apparaissent nettement dans un contexte donné. Très souvent couplée avec un autre effet, l'émergence ne concerne pas seulement l'irruption d'un son fort dans un contexte de plus faible intensité ; elle caractérise aussi l'apparition de sons différents par leurs hauteurs, leurs timbres ou leurs rythmes. C'est plus l'affirmation d'un nouveau son qui marque la singularité de cet effet que ses modalités d'apparition, celles-ci relevant plutôt des effets avec lesquels il se conjugue.⁴⁸⁵

Cette définition explicite clairement la situation dans laquelle nous nous trouvons, car ce concept d'émergence est un phénomène psychoacoustique lié à la capacité de l'oreille à fusionner ou à discerner certains événements sonores selon le contexte dans lequel ils apparaissent. Ce qui nous renvoie directement à l'analyse de scènes auditives de Bregman. C'est pourquoi nous retiendrons cette conception de « l'émergence » car elle nous permettra d'appréhender au mieux des œuvres musicales contemporaines basées sur la notion de textures sonores avec des compositeurs comme Grisey, Lachenmann, Reynolds, Ligeti pour ce chapitre. Ce dernier affirmait d'ailleurs au sujet des capacités de la composition texturale « qu'une structure s'analyse en fonction de ses composantes ; une texture se décrit mieux à l'aide de caractéristiques globales et statistiques. »⁴⁸⁶

Pour cela, nous utiliserons les informations audio provenant d'enregistrements. Nous nous servirons du logiciel *Sonic Visualiser*⁴⁸⁷ afin de visualiser au mieux les différents types de textures de quatre pièces emblématiques du répertoire contemporain après 1945 : *Partiels* (1975) de Gérard

⁴⁸⁵ AUGOYARD Jean-François et TORQUE Henry, *A l'écoute de l'environnement : répertoire des effets sonores*, Marseille, Editions Parenthèses, 1995, p. 55.

⁴⁸⁶ LIGETI György, « Evolution de la forme musicale », *Die Reihe*, n°7, Universal Edition (Vienne, 1960), repris dans *Neuf essais sur la musique*, Editions Contrechamps (Genève, 2001), p. 140.

⁴⁸⁷ CANNAM Chris, LANDONE Christian and SANDLER Mark, « Sonic Visualiser: An Open Source Application for Viewing, Analysing, and Annotating Music Audio Files », in *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference*, 2010.

Grisey, *Mouvement (- vor der Erstarrung)* d'Helmut Lachenmann (1983-1984), *Symphony [Myths]* de Roger Reynolds (1990) et le *Concerto de chambre (Kammerkonzert)* de György Ligeti (1969-1970). Nous étudierons comment ces compositeurs ont développé chacun à leur façon, une écriture texturale singulière. *Sonic Visualiser* nous permettra de croiser les informations contenues de la partition avec celles obtenues par l'analyse informatique du signal audio. C'est un logiciel gratuit, multi-plateformes et *open source*, qui offre la possibilité de visualiser et d'étudier la structure d'un signal audio en affichant une analyse visuelle de celui-ci sous forme de spectre(s). Ce logiciel a été développé par le *Centre for Digital Music* de l'Université *Queen Mary* à Londres. Il propose un large choix de sonagrammes (*Spectrogram, Melodic Range Spectrogram, Peak Frequency Spectrogram, Adaptive Spectrogram, Constant-Q Spectrogram...*) et d'autres types de visualisations (chromagramme, extraction de mélodie, coefficients d'énergie dans les bandes critiques, autocorrélation, etc.).

La description verbale de la texture complètera la description visuelle. Elle sera décrite ci-après en fonction de sa dimension verticale et horizontale.

1.1.1. Dimension verticale

- **Densité** : Dans sa dimension verticale, nous parlerons de la densité d'une texture, opacité *versus* diaphane, trouble *versus* transparente par exemple, ce qui correspond au nombre de lignes, de sources ou d'évènements simultanés ainsi que d'autres paramètres tels la hauteur, les alliages de timbres, l'intensité et les modes de jeux utilisés (sons harmoniques, pressions de l'archet, *pizzicatti...*).

- **Étendue** : La largeur fréquentielle (large *vs* étroite) correspond à la façon dont l'espace des hauteurs est utilisé ou la répartition d'évènements simultanés dans les différentes bandes de fréquences (homogène *vs* hétérogène).

- **Centre de gravité spectral** : Cela correspond au rapport entre le registre et les timbres utilisés au sein de la texture (sombre *vs* lumineux).

- **Dissonances sensorielles** : Nous nous focalisons sur les rapports d'intervalles et le timbre

utilisé (mode de jeux bruités) et/ou le nombre de lignes (rugueux *vs* soyeux).

- **Enveloppe spectrale** : Nous qualifions ici l'enveloppe spectrale de la texture avec des termes comme : doux, souple, détendue, chaleureuse *vs* acérée, métallique, dur, rigide, tendue, glacée, etc.

- **Fusion *versus* ségrégation des flux** : L'interaction des indices de synchronisme des attaques, de modulation des amplitudes (lors d'un crescendo par exemple) et des alliages de timbres sont de bons indicateurs de fusion de plusieurs sources en une seule entité perceptive (le groupement simultané dans l'ASA de Bregman). A l'inverse, en manipulant les indices de groupement séquentiel, nous avons la possibilité de rendre plus lisible une polyphonie complexe, de surligner une voix secondaire, de suivre le sujet d'une fugue (groupement séquentiel).

1.1.2. Dimensions horizontales

- **Les striations** : Cela correspond à la nature des événements au niveau temporel : événements brefs *versus* longs par exemple, donnant tantôt une texture pulsée ou au contraire lisse.

- **Les régularités** : Nous faisons référence ici à la fréquence d'apparition des événements : périodique, fluide, liquescent ou au contraire aperiodique, déchiqueté, fragmenté.

- **La vitesse du changement** : Par rapport au déroulement temporel, la texture se présente plutôt mouvante ou au contraire statique (rapide *vs* lent).

- **La densité temporelle** : Ce qui correspond au nombre d'événements par seconde (aérée *vs* compacte) et la présence ou non de silences.

- **La fusion *vs* ségrégation des flux** : C'est plus une aptitude à former différents flux auditifs qui correspondent à une ou plusieurs lignes au sein de la texture.

2. Analyse de Textures

2.1. *Partiels* (1975) de Gérard Grisey

2.1.1. Présentation

Cette œuvre emblématique de la musique spectrale a été composée en 1975 par Gérard Grisey (1946-1998) et créée le 4 mars 1976 à Paris par l'ensemble l'Itinéraire sous la direction de Boris de Vinogradov. Ce collectif musical a réuni des compositeurs comme Tristan Murail, Michaël Lévinas, Hugues Dufourt, et aussi un ensemble d'interprètes et surtout un *instrumentarium* électronique qui a servi de laboratoire de nouvelles technologies musicales. *Partiels* est écrit pour un ensemble de chambre de dix-huit musiciens, mettant particulièrement en valeur les bois. La partition peut être exécutée avec un seul corniste et un seul percussionniste moyennant quelques adaptations que Grisey précise dans la notice ci-dessous.

2 Flûtes (1^o aussi Petite et Flûte en sol, 2^o aussi Petite Flûte)
1 Hautbois (aussi Cor Anglais)
2 Clarinettes en sib (1^o aussi Clarinette en mi \flat , 2^o aussi Clarinette en la)
1 Clarinette basse en sib (aussi Clarinette Contrebasse en sib)
2 Cors
1 Trombone complet, muni des sourdines Plunger, Bol, Robinson), Wawa et Velvet
1 Accordéon avec basses chromatiques ou orgue électrique
2 Percussions
2 Violons
2 Altos
1 Violoncelle
1 Contrebasse

Bien que la formation ci-dessus soit préférable, la partition est jouable avec un seul corniste et un seul percussionniste. Dans ce cas, le corniste joue les deux parties de cor et du chiffre 27 au chiffre 28 de la partition le trombone remplace le second cor.
Pour le percussionniste : au chiffre 8, le gong doit être placé à proximité du vibraphone et joué avec une baguette de vibraphone. Le tam-tam, le tambour à cordes et la grosse caisse doivent être très proches. Au chiffre 28, ne pas jouer la dernière mesure et préparer à l'avance les baguettes de glockenspiel. Au chiffre 42, jouer les deux parties (main droite, main gauche) en groupant les instruments de façon adéquate.

Tous les instruments sont écrits en *do* et sonnent à l'octave réelle sauf l'accordéon.

La justesse de l'intonation étant essentielle dans cette pièce accorder les instruments avec une grande précision avant chaque exécution (prendre le *La* de l'accordéon).

Les alterations ne valent que pour les notes devant lesquelles elles se trouvent.

Figure 85: Extrait de la notice de la partition *Partiels* de Grisey, Ricordi, Milano 1976.

Notons la présence inhabituelle de l'accordéon, certainement explicable par le fait que le compositeur soit accordéoniste lui-même, mais aussi parce que c'est un instrument qui possède une étendue spectrale fort intéressante.

Partiels est extrait des *Espaces acoustiques*, cycle de six pièces pour diverses formations, écrit entre 1974 et 1985. Ce cycle est constitué d'un *Prologue* pour alto seul (1976), *Périodes* pour sept musiciens (1974), *Partiels* pour 18 musiciens (1975), *Modulations* pour 33 musiciens (1976-1978), *Transitoires* pour grand orchestre (1980-1981) et *l'Épilogue* pour quatre cors solo et orchestre (1985). Normalement, ces six pièces doivent être jouées à la suite, car elles ne sont pas simplement juxtaposées : elles forment un processus à grande échelle, constitué lui-même de processus qui recouvrent chaque pièce puis chaque section à l'intérieur même de ces pièces.

Selon Grisey, à propos de son cycle *Espaces acoustiques* (1974-1985), « les paramètres n'y sont qu'une grille de lecture et la réalité musicale réside au-delà, dans les seuils où s'opère une tentative de fusion. *Liminal* est l'adjectif que je donnerais volontiers à ce type d'écriture : plus volontiers en tout cas que celui de *spectral*, entendu souvent aujourd'hui et qui me semble trop limitatif »⁴⁸⁸. *Partiels* illustre parfaitement ce type d'écriture, car Grisey manipule savamment nos seuils perceptifs. En qualifiant son écriture de *liminale* (*limen* signifie seuil) Grisey nous explique « qu'elle s'applique à déployer les seuils où s'opèrent les interactions psycho-acoustiques entre les paramètres et à jouer de leurs ambiguïtés »⁴⁸⁹. En effet, Grisey distingue deux types de seuil : le premier est notre « capacité d'intégrer les composantes spectrales »⁴⁹⁰ et donc de percevoir un spectre synthétique et non un accord, le deuxième est d'ordre compositionnel : les instruments traditionnels résistent à la fusion, le spectre « forme une sorte de synthèse additive qui ne ressemble ni à un spectre instrumental ni à un accord orchestré ».⁴⁹¹

⁴⁸⁸ GRISEY Gérard, « Structuration des timbres dans la musique instrumentale », in Jean-Baptiste Barrière (éd.), *Le timbre métaphore pour la composition*, Christian Bourgois Editeur/Ircam, Paris, 1991, p. 377.

⁴⁸⁹ GRISEY Gérard, « La musique, le devenir des sons », in *Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, Editions MF, Paris, 2008, p. 16.

⁴⁹⁰ *Ibid*, p. 100.

⁴⁹¹ *Ibid*, p. 101

Jean-Marc Chouvel a proposé un modèle intéressant autour de la structuration du temps et des événements sur *Partiels* de Grisey. Pour lui, la construction de diagrammes formels permet de se pencher sur les distances entre les événements, qui révèlent les liens entre les positions temporelles et mémorielles de chaque événement.

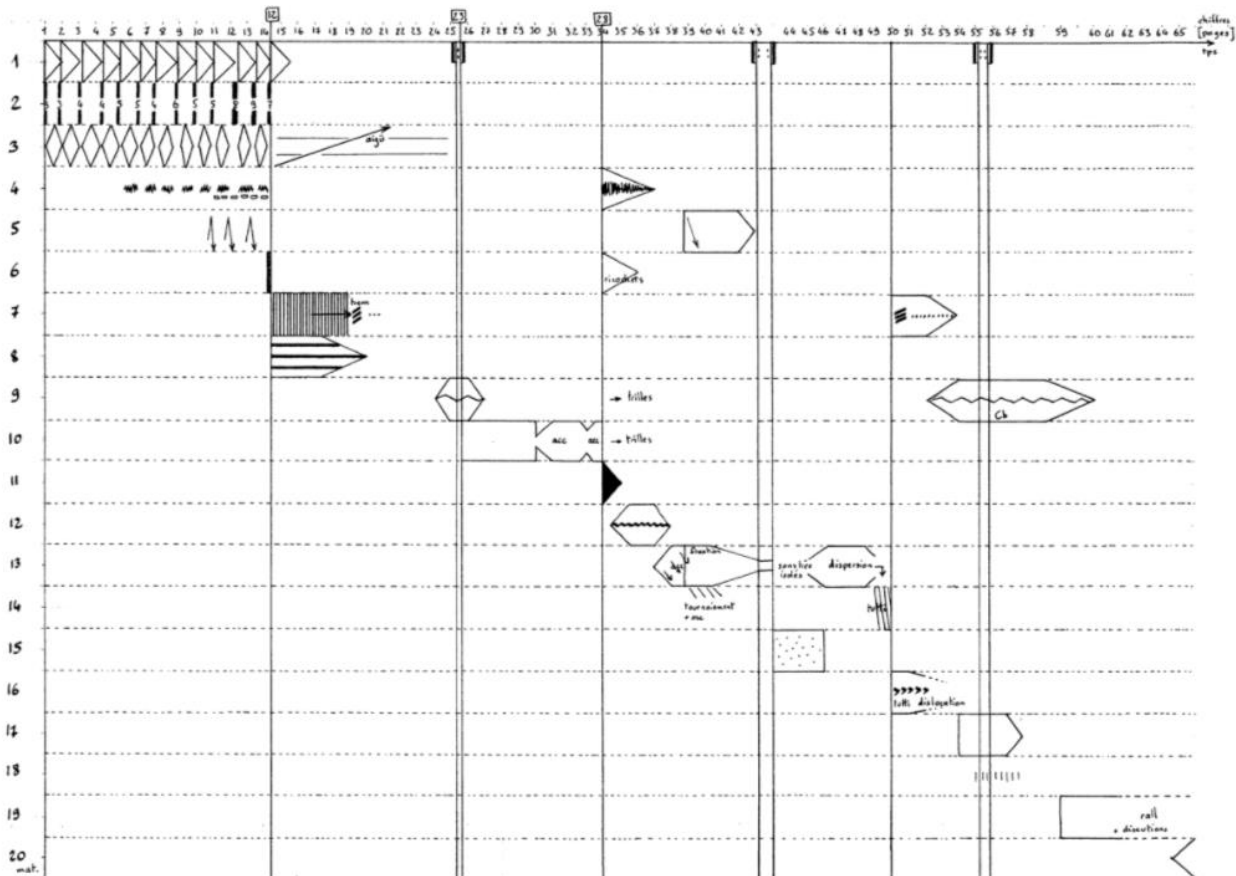


Figure 86: Diagramme matériau/temps réalisé par Jean-Marc Chouvel sur *Partiels* de Gérard Grisey. En abscisses le temps, exprimé approximativement en pages de la partition et en ordonnées les éléments de matériau sonore suivant la liste suivante :

1. trombone f
2. contrebasse *Arco Sul Ponte sf* > sf > ...
3. "harmoniques" sons tenus \diamond
4. irrégularités de modes de jeu (*vibrato*... etc.)
5. *glissando* d'harmoniques
6. jeté
7. pulsations régulières - trémolo
8. sons grincés ASP
9. micro *glissandi*
10. polyphonie éclatée arythmique
11. tam-tam
12. trilles
13. figures (fusées)
14. ± 13 fusées périodiques descendantes (avec oscillation sur les notes d'arrivée)
15. *pizz*
16. *tutti* >
17. multiphoniques
18. brosse sur grosse caisse
19. bruits divers d'instruments
20. geste de la cymbale.⁴⁹²

⁴⁹² CHOUVEL Jean-Marc, « Extrême présence du phénomène : parcours de la forme dans l'oeuvre de Gérard Grisey », in *Le temps de l'écoute. Gérard Grisey ou la beauté des ombres sonores*, textes réunis par Danielle Cohen Levinas, L'Harmattan/L'Itinéraire, Paris, 2004 p. 71-86.

Pour Grisey, « Si les sons ont un corps vivant, le temps est à la fois leur espace et leur atmosphère. »⁴⁹³ A ce propos, Chouvel nous explique dans son ouvrage *Analyse musicale, Sémiologie et cognition des formes temporelles*, sa conception du temps :

La représentation de la temporalité s'effectue, pour la musique, depuis l'invention de la partition jusqu'à celle du sonagramme, sous la forme d'une trace qui reporte directement le temps sur un espace affine. D'autres représentations sont possibles, connues en physique sous le vocable d'« espace de phase ». Ce concept conduit dans le cas de la musique à une représentation particulièrement utile pour l'analyse mélodique, où positions (hauteurs, échelles...) et transitions (intervalles, modes...) deviennent immédiatement lisibles.⁴⁹⁴

L'œuvre procède par processus de transformation progressive modélisés sur le cycle de la respiration humaine (inspiration, expiration, repos). Grisey nous éclaire encore sur sa conception spectrale : « Nous venons de créer un être hybride pour notre perception, un son qui sans être encore un timbre, n'est déjà plus tout à fait un accord, sorte de mutant de la musique d'aujourd'hui, issu de croisements opérés entre les techniques instrumentales nouvelles et les synthèses additives réalisées par ordinateur. »⁴⁹⁵ Jérôme Baillet propose un tableau récapitulatif du processus compositionnel de Grisey.⁴⁹⁶ En se basant sur le rythme respiratoire, Grisey réussit à créer une alternance de tension et de détente. Les zones de repos correspondent à quelques mesures répétées *ad libitum* dans la partition. Ce sont les seuls moments où il n'y a pas de processus.

⁴⁹³ *Ibid.*, p. 41.

⁴⁹⁴ CHOUVEL Jean-Marc, *Analyse musicale, Sémiologie et cognition des formes temporelles*, Paris, CNRS / L'harmattan, 2006, p. 137.

⁴⁹⁵ GRISEY Gérard, *La musique, le devenir des sons*, *op. cit.*, p. 50-51.

⁴⁹⁶ BAILLET Jérôme, « *Partiels* de Gérard Grisey », in *L'éducation musicale*, supplément aux n° 473/474, septembre-octobre 2000, p. 47-56.

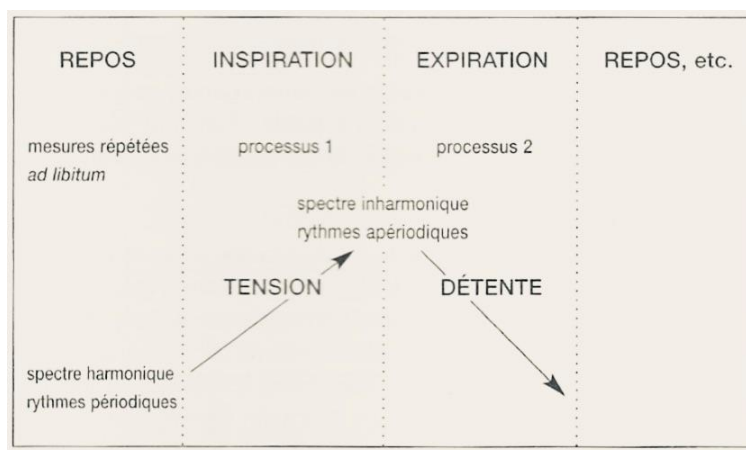


Figure 87: Cycle respiratoire dans Partiels.⁴⁹⁷

2.1.2. Description

La Section II entame un processus inverse à celui de la section précédente, car nous partons d'une texture bruitée pour aller vers une texture d'harmonie spectrale, de rythmes apériodiques (irréguliers) vers des rythmes périodiques (réguliers), d'une intensité *fortissimo* vers le *piano*, d'un passage de registre grave vers un registre aigu. A partir du chiffre 12, les sons vont s'engendrer les uns les autres et se superposer afin de créer des couches sonores en perpétuelle mobilité. Pour réaliser ces trames sonores, le compositeur fait apparaître les sons imperceptiblement jusqu'à un haut niveau d'intensité puis les fait disparaître comme ils sont venus. Ainsi, deux textures contrastées s'enchaînent : l'une dans la Section II, l'autre dans le Repos II. La première est en perpétuelle évolution.

Au début de la Section II, dans sa dimension verticale, nous avons une texture rugueuse, qui correspondrait à notre texture que l'on qualifie de dense. Elle est sombre, dans les registres graves, avec une étendue plutôt étroite. La rugosité (ou dissonance sensorielle) est un des facteurs susceptibles de contribuer à la tension musicale. Dans sa dimension horizontale, la texture est granuleuse, striée avec parfois des pulses périodiques. Elle est mouvante avec un degré de changement de registres comme des vagues.

⁴⁹⁷ BAILLET, *op. cit.*, p. 49.

Figure 88: Extrait de *Partiels* de Grisey, début de la Section II au numéro 12.

Des effets de distorsion sont générés par l'utilisation d'anches doubles dans les embouchures des cuivres et par le grincement des cordes, effet rendu grâce à un jeu près du chevalet notamment. La prédominance des percussions renforce également cette inharmonicité avec le tam-tam très grave joué *forte*, avec son spectre large et inharmonique qui vient marquer le début de cette section tout comme la grosse caisse et le tom contrebasse joués avec sourdine.

De plus, les variations de volume et d'intensité utilisés comme les soufflets par exemple (chiffre 13), permettent l'apparition de sons infiniment bas en intensité (presque imperceptible) jusqu' à un très haut niveau d'intensité (principe de *fade in /fade out*). Le but consiste à gommer le plus possible les attaques et les extinctions nettes, pour que nos oreilles puissent se concentrer sur les textures sonores. Grisey réussit à créer un tissu sonore ininterrompu grâce à l'écriture de ces soufflets dynamiques en superposant le début de l'un avec le sommet de l'autre.

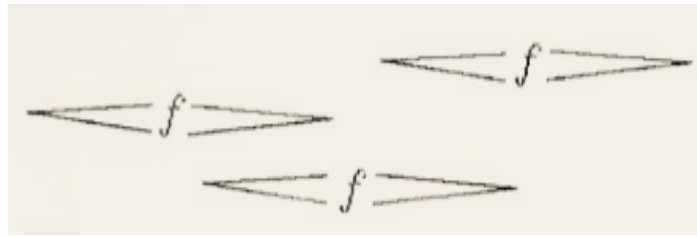


Figure 89: Tissu sonore obtenu par cet agencement ingénieux des soufflets.

Cette texture granuleuse se déroule de manière relativement continue, car nous ne rencontrons pas de ruptures brusques. Petit à petit, elle va se modifier, se transformer progressivement pour arriver à la texture du repos. Grisey utilise dans *Partiels* une technique singulière, à savoir la technologie du modulateur en anneau (unique influence des techniques de studio sur son écriture) qui lui permet de renforcer le passage de l'harmonique à l'inharmonique. Pour cela, il simule le phénomène acoustique des sons résultants, procédé déjà utilisé par Edgard Varèse dans les années 1920. Les sons générateurs sont toujours superposés deux à deux. Ils suivent une triple évolution : ils montent progressivement du grave vers l'aigu, les intervalles qui les constituent, d'abord resserrés, s'élargissent et leurs fréquences évoluent de façon à ce qu'elles appartiennent de plus en plus au spectre harmonique du mi du trombone, que nous entendons au début de l'œuvre. Le son résultant est calculé en soustrayant les fréquences des sons générateurs.

Au chiffre 18, les sons générateurs sont joués par le trombone (*do*₂, Fréquence = 131 Hz) et par le cor (*fa*_# 2, Fréquence = 185 Hz). La différence entre les deux fréquences donne un son résultant à 54 Hz, soit un *la* 0 un peu plus bas. Les sons complémentaires sont également déduits des sons générateurs mais ils se situent dans le registre aigu et sont quasiment inaudibles. Ils forment une sorte de halo. Ces sons additionnels, Grisey les appelle « ombres du son ». A partir de ce moment, le calme s'installe peu à peu jusqu'au chiffre 21 où le vibraphone clôt cette section par un « tremolo imperceptible ».

Figure 90: Extrait de *Partiels* de Grisey, Section II, ch. 18.

Dans le Repos II, Grisey met en scène un tableau antinomique par rapport à ce que nous venons de voir précédemment. L'atmosphère y est paisible, éthérée.

Dans sa dimension verticale, dans le Repos II, la texture est au contraire de faible densité, transparente, située dans un registre aigu avec une étendue étroite. Le spectre harmonique est réduit à quelques notes.

Dans sa dimension horizontale, elle est lisse : le discours se polarise autour de la fréquence *mi* à différentes octaves. Les flûtes rythment ce passage par des fluctuations microtonales quasi périodiques, ce qui correspond à notre extrait de texture lisse dans notre première expérimentation. L'ensemble donne un côté plutôt statique. L'impression globale est celle d'une musique plutôt lancinante.

The image shows a page of a musical score for 'Partiels' by Grisey. It features multiple staves for different instruments and voices. At the top, there are circled numbers 1, 2, and 3, and a tempo marking '1/60'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like 'ppp' and 'pp'. The page number '22' is located at the bottom left, and '23' is at the bottom right.

Figure 91: Extrait de *Partiels* de Grisey, au début du Repos II, chiffre 22.

2.1.3. Analyse de Textures avec *Sonic Visualiser*

Sachant que la texture résulte de l'interaction de différentes composantes, nous avons essayé de rendre compte, dans la mesure du possible, de l'émergence perceptive induite par telle ou telle texture, dans un souci d'analyser les différents types de tissage, de grain, de matière sonore.

Pour cela, comme décrit dans l'introduction de ce chapitre, nous avons utilisé les informations audio provenant d'enregistrements. Afin de visualiser au mieux les différents types de textures, nous nous sommes donc servis du logiciel informatique spécialisé *Sonic Visualiser*.⁴⁹⁸ Le sonagramme nous permet de voir la structure interne du son, en particulier sa décomposition spectrale, car notre

⁴⁹⁸ Chris CANNAM, Christian LANDONE, and Mark SANDLER, « Sonic Visualiser: An Open Source Application for Viewing, Analysing, and Annotating Music Audio Files », in *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference*, 2010.

oreille n'est pas capable de l'entendre à cause de la trop grande rapidité des évènements. Pour pouvoir percevoir l'entrée des différents partiels du son, d'une durée d'une fraction de seconde, il faudrait pour cela ralentir exagérément le son. Jérôme Baillet souligne que l'idée fondatrice chez Grisey consiste justement à faire le lien entre le ralentissement du temps et l'introspection sonore : « Soit on entend un son dans une temporalité normale, et sa structure interne est inaudible, soit on veut entrer dans le son et on doit dilater le temps. » Pour le musicologue, « la continuité et la lenteur que cherche Grisey trouvent leur matériau sonore dans l'analyse spectrale. »⁴⁹⁹

Dans la Section II, chiffre 12, la texture rugueuse et bruitée est nettement visible sur le sonagramme (au milieu de la figure 92 ci-dessous) où nous observons une sorte de climax textural avec un roulement spectral (en orange sur le sonagramme) particulièrement intense. De même, le coefficient d'énergie dans les bandes critiques nous renseigne sur les différentes strates sonores composées par Grisey afin de nous faire part de la tension significative de son discours musical et textural. Divers effets de distorsion s'organisent dans l'ensemble instrumental (modes de jeux bruités) tout au long de cette section. Cette quête de la fusion est synonyme chez Grisey de recherche des ambiguïtés sonores, notamment au niveau de la perception. Sur ce point, Grisey a bénéficié des travaux de Risset et des psychoacousticiens, sur les illusions perceptives notamment : nous pensons aux soufflets dynamiques décrits en amont de cette analyse.

Jusqu'à 5'30 de cet extrait audio, l'enveloppe spectrale est particulièrement acérée, tendue avec beaucoup d'évènements sombres dans le grave (cf. panneau central et panneau inférieur).

⁴⁹⁹ Jérôme BAILLET, « Gérard Grisey : Partiels », *L'éducation musicale*, « baccalauréat 2001 », supplément au n° 473/474, septembre-octobre 2000.

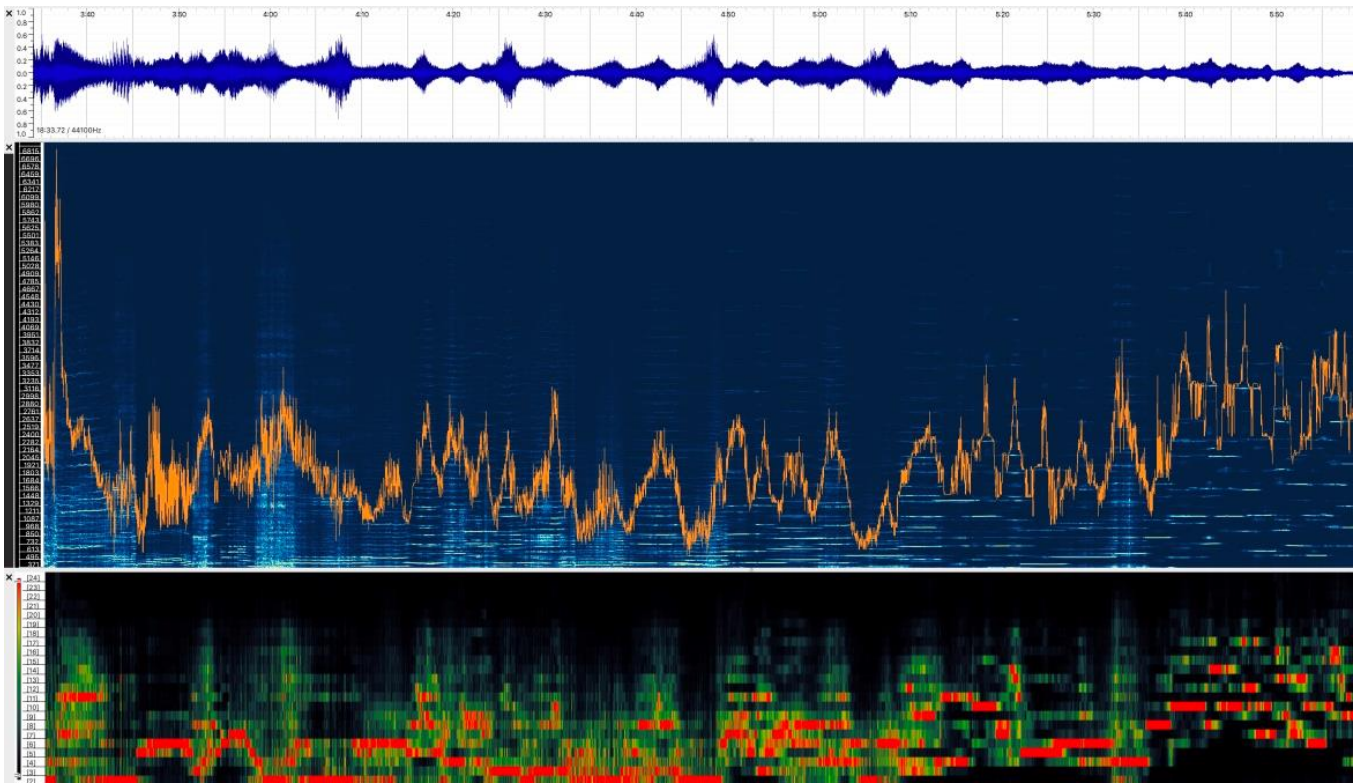


Figure 92: de haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques du chiffre 12 à 22, de la Section II au Repos II.

A partir du chiffre 17, le spectre s'élargit avec une largeur fréquentielle plus ample grâce aux notes des bois dans un registre plus étendu qu'au départ. Les différents évènements vont se déplacer dans l'espace pour aller peu à peu vers l'aigu, avec des valeurs longues (ch.19). Nous le voyons très nettement dans les bandes critiques avec une zone très sombre, marquant l'absence d'évènements bruités dans le grave (cf. zone encadrée ci-dessous).

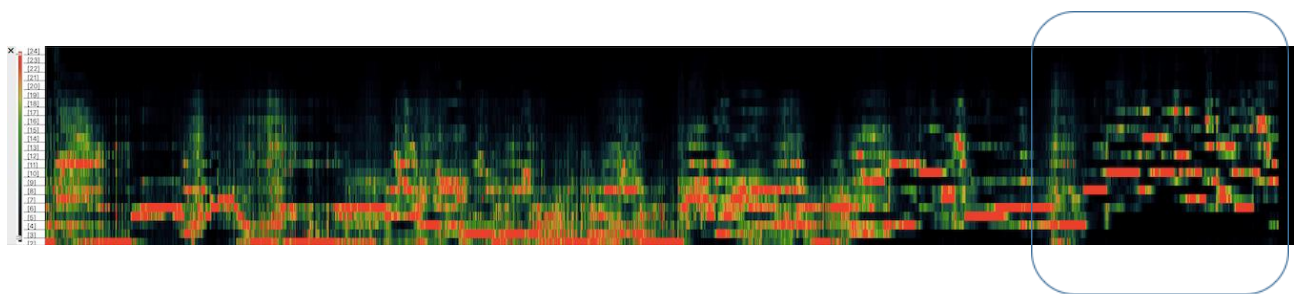


Figure 93 : Coefficient d'énergie dans les bandes critiques.

Les lignes mélodiques sont plus nettes et s'étirent dans le temps, pour arriver au Repos II.

Cette progression est clairement visible sur l'ensemble du panneau de la figure 93 qui représente le coefficient d'énergie dans chaque bande critique.

De même, on peut observer sur la figure suivante le déploiement de cette texture lisse et méditative en contraste avec l'analyse texturale précédente. La forme d'onde est quasi plate, imperturbable (panneau supérieur). Nous pouvons presque visualiser chaque son joué par les instruments sur le sonagramme (panneau central). Le roulement spectral nous renseigne sur le registre aigu de ce repos. La nature lisse de la texture apparaît tout autant dans le panneau inférieur avec cette ligne orange continue.

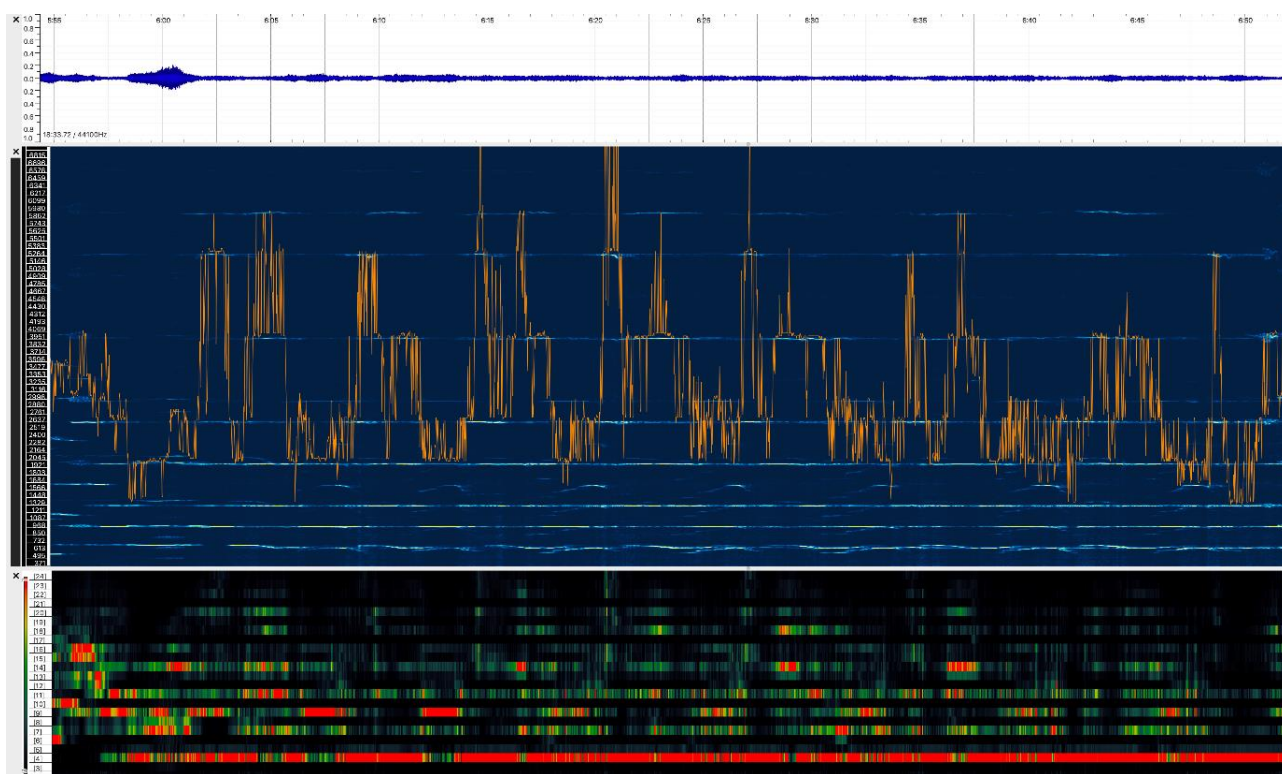


Figure 94 : de haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques au chiffre 22, Repos II.

Dans sa notice de présentation de *Dérives*, Grisey précisait ceci :

L'image que je désire laisser à ceux pour lesquels le son est insuffisant serait celle d'une mer progressivement agitée jusqu'à une formidable tempête, mais dont les vagues se solidifieraient

peu à peu, ne laissant finalement entendre que les craquements isolés des icebergs se chevauchant... Jusqu'au silence, point ultime de cette dérive.⁵⁰⁰

2.2. *Mouvement (- vor der Erstarrung)* d'Helmut Lachenmann

2.2.1. Présentation

Commandé par l'Ensemble Intercontemporain et créé le 12 novembre 1984 au Théâtre du Rond-Point à Paris sous la direction de Peter Eötvös, *Mouvement (- vor der Erstarrung)* d'Helmut Lachenmann évoque les derniers mouvements réflexes qui agitent le corps avant de se figer dans la mort : les ultimes convulsions et la pseudo-activité du trépas. L'œuvre est écrite pour quinze instruments : deux flûtes, deux clarinettes, une clarinette basse, deux trompettes, trois stands de percussion (à gauche, à droite et au centre de la scène), deux altos, deux violoncelles et une contrebasse à 5 cordes.

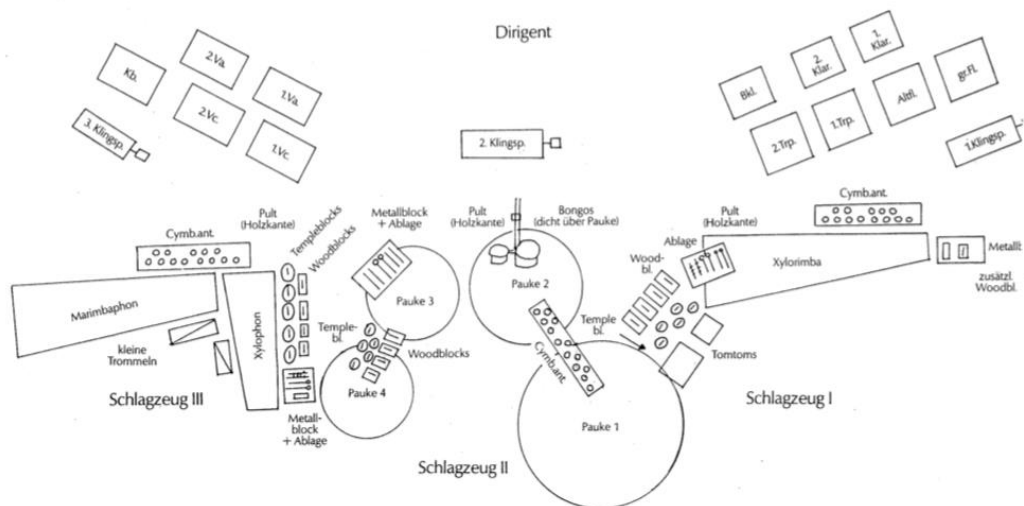


Figure 95 : Disposition des instruments, partition éditée chez Breitkopf & Härtel.

⁵⁰⁰ Notice de présentation de *Dérives* (1973-1974) de Gérard Grisey. Cette œuvre est écrite pour petit ensemble et grand orchestre.

Helmut Lachenmann développe la « musique concrète instrumentale », expression empruntée à la « musique concrète » de Pierre Schaeffer, et pense le son en fonction de l'énergie qui va le produire, en s'éloignant de ce qu'il nomme « le son philharmonique ». Le geste instrumental est au cœur de son processus compositionnel. De ce fait, le type de geste, sa force et sa qualité deviennent, en relation avec le timbre produit, un paramètre déterminant dans la construction de l'œuvre. Lachenmann propose une rupture radicale vis à vis des techniques de jeux instrumentales. Michel Imberty nous relate que « le geste musical ne peut avoir lieu que dans le temps, dans une durée que l'action du corps contribue à sculpter, il est donc de l'ordre du processus et de l'action qui est en train de s'accomplir ».⁵⁰¹ Cette notion de geste chez Lachenmann permet de créer une nouvelle dynamique musicale à travers une corporéité singulière. Dès lors, le compositeur a considérablement élargi la palette des interprètes en investissant le corps de l'instrument allant du son vibré jusqu'au bruit, en inventant une extraordinaire diversité de modes de jeux. Ce qui intéresse Lachenmann lorsqu'il écoute un violoncelle par exemple, c'est le mouvement de l'archet entre la corde. Dans une perception active, le musicien souhaite attirer l'attention de l'auditeur sur ce mouvement, en augmentant excessivement la pression de l'archet par exemple ou au contraire en le faisant passer sans bruit sur le chevalet. Les sons sont alors regroupés au sein de « familles » : sons pressés, soufflés, ponctuels, discontinus, tremblés...etc. Lachenmann nous invite à développer une écoute nouvelle : ce ne sont pas les objets musicaux utilisés en tant que tels qui sont admirables mais le regard que l'on pose sur eux et l'éclairage sous lequel ils apparaissent.

2.2.2. Description

Tout au long de *Mouvement (- vor der Erstarrung)*, Lachenmann écrit que « sa composition ne vise pas à utiliser des sons, mais à l'épuiser dans toutes ses ressources ».⁵⁰² Le matériau est ensuite

⁵⁰¹ IMBERTY Michel, *La musique creuse le temps... De Wagner à Boulez : Musique, psychologie, psychanalyse*, Paris, L'Harmattan, 2005, p. 90.

⁵⁰² LACHENMANN Helmut, cité par Clytus Gottwald, in *Musik-Konzept* n°61/62, numéro consacré à « Helmut Lachenmann », sous la dir. de H.-K. Metzger, München, oct. 88, p.4.

développé jusqu'à son épuisement. Cette pièce est divisée en trois sections, chacune centrée autour des notions de mouvement, de paralysie et de vide. Nous analyserons la première section jusqu'à la mesure 27.

Mouvement (– vor der Erstarrung)
für Ensemble

Helmut Lachenmann (1983/84)

Partitur: Bibliothek 5157 © 1985 by Breitkopf & Härtel, Wiesbaden

Figure 96 : Extrait du début de la partition de *Mouvement (- vor der Erstarrung)* de Lachenmann, Breitkopf & Härtel.

Lachenmann décrit sa pièce avec des expressions telles que « archet-machine », « point d'orgue flottant », « champs tremblants » et « frénésie lancinante stop-and-go ». Toute cette première

section révèle une vie intense faite de frottements, de grincements, d'effets de souffle, de bruits de grattements et de sons aérés... Le silence y joue également un rôle essentiel. Lachenmann maîtrise la courbure du temps et les anticipations des auditeurs, les surprenant avec ce souci d'enrichir à chaque fois leurs attentes. Par exemple, les trilles des mesures 5 et 7 préparent l'arrivée des courts triolets mesure 9. Dans cette première section, le compositeur utilise une texture aérée, épurée, « bruitiste », où dominant des figures rythmiques simples. Nous verrons avec l'analyse faite avec Sonic Visualiser comment se développe cette texture, soulignant la sensualité et la transcendance expressive de la musique de Lachenmann.

2.2.3. Analyse Texturale avec Sonic Visualiser

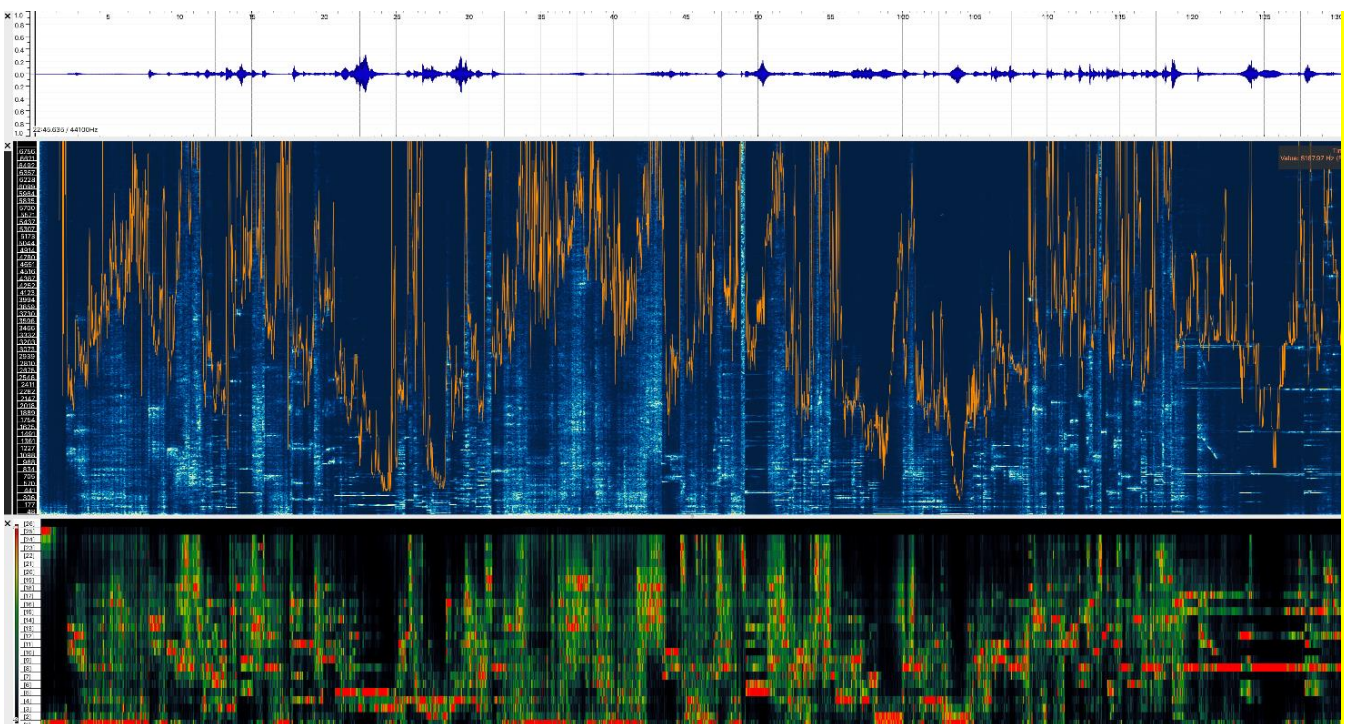


Figure 97 : *Mouvement (- vor der Erstarrung)* de Lachenmann, de la mesure 1 à 27, de haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques.

Dès les premières mesures, Lachenmann nous plonge dans une atmosphère singulière avec

une texture aérée ponctuée de silences, des modes de jeux bruités avec des nuances extrêmes, pour terminer sur une certaine densité, amenée par un crescendo textural. Nous pouvons observer dans le panneau inférieur, une texture très fragmentée avec des effets de spatialisation qui ne sont pas sans rappeler l'effet des pièces d'un puzzle. Les savants modes de jeux utilisés créent une certaine ambiguïté perceptive, une sorte d'illusion sonore.

Dans sa dimension verticale, la largeur fréquentielle est éclatée, morcelée. De ce fait, la répartition des événements simultanés dans les différentes bandes de fréquences est très hétérogène. Le centre de gravité spectrale se caractérise par son côté sombre et mouvant. La richesse des modes de jeux bruités confère à cette texture une certaine légèreté malgré la fragmentation du discours musical. Nous pouvons remarquer de part la multitude d'évènements sonores exposés, une nette ségrégation des flux sonores dans ce début de première période. La texture fait intégralement partie du mouvement généré par le foisonnement du matériau musical.

Dans sa dimension horizontale, nous pouvons observer dans le panneau central et inférieur, la striation constante de la texture obtenue par les sons de respiration, de silences et d'archets. Cette fracture du son nous suggère de découvrir de nouvelles pratiques de perception.

La visualisation texturale de la musique nous renseigne sur la relation entre entendre et voir : dans le cas de la musique de Lachenmann, le chorégraphe Xavier Le Roy a justement produit des versions à la fois rituelles et soustractives d'œuvres telles que *Salut für Caudwell* (1977) et *Mouvement*. Une interprétation totalement « muette » de cette dernière œuvre dans laquelle Le Roy laisse les musiciens interpréter l'intégralité de la pièce sans instrument, tend toutefois à simplifier cette relation, que l'on pourrait décrire comme une tentative d'atteinte à l'audition en voyant et en voyant en écoutant. Cette dynamique entre le jeu, le son et la capacité de perception des auditeurs présente un certain caractère théâtral.



Figure 98 : Günther Lebbing et Tom Pauwels in *Mouvements für Lachenmann* de Xavier Le Roy, Tanzquartier Wien, 2005. Photo by Monika Rittershaus.⁵⁰³

2.3. *Symphonie Myths* de Roger Reynolds (1er mouvement : *Futami ga Ura*)

2.3.1. Présentation

Le compositeur et théoricien américain Roger Reynolds (né en 1934) se distingue par son intérêt particulier pour la recherche dans les domaines des technologies musicales et des sciences cognitives. Il a contribué notamment au développement des travaux sur le traitement numérique des sons et leur spatialisation sonore dans de nombreuses œuvres, comme *Archipelago* (1982-83) et *The Angel of Death* (1998-2001).⁵⁰⁴ Selon Reynolds, l'instrumentalisation du corps par lui-même « impose un certain nombre de contraintes et détermine en conséquence un champ spécifique des possibles ». ⁵⁰⁵ En effet, l'audition a une triple fonction de perception sonore, d'orientation spatiale et de centre de l'équilibre. La spatialisation est importante dans l'articulation musicale, parce que,

⁵⁰³ SCHROEDTER Stephanie, « Staging Listening: Corporeal Dimensions of New Music in Choreographies by Xavier Le Roy », *Critical Stages, The IATC journal*, December 2017, n°16.

⁵⁰⁴ LALITTE Philippe, « The Unique Aesthetic Character of the Music of Roger Reynolds », in Stephen McAdams et Marc Battier (éds.), *Creation and perception of a contemporary musical work: The Angel of Death by Roger Reynolds*, Paris, IRCAM-Centre Georges Pompidou (DVD, ± 28 pages), 2005.

⁵⁰⁵ BIOTEAU Alain, « Spatialisation et écriture de l'espace, des pionniers à Emmanuel Nunes », dans Nicolas Donin et Laurent Feneyrou (dir.), *Théories de la composition musicale au XXe siècle*, Lyon, Symétrie, 2013, vol. 2, p. 1345.

toujours selon le compositeur « l'espace est une dimension immanente de la musique »⁵⁰⁶. Dans la *Symphony [Myths]* pour orchestre, écrite pour le Suntory Hall à Tokyo en 1990, suite à une commande du compositeur Toru Takemitsu (1930-1996), Reynolds adopte déjà cette conception, une approche compositionnelle singulière : à partir d'une idée initiale généralement extramusicale (ce qu'il nomme « impetus »), il élabore des esquisses, schémas formels, des cartes de textures, etc., visibles dans ses nombreux documents comme dans ses carnets de composition notamment. Cette approche lui a permis de créer des structures de hauteur qui, lorsqu'elles sont associées à des contours mélodiques, à des profils de densité et de texture, etc., confèrent un caractère particulier au matériau thématique. Parfois, non pas une mais plusieurs rangées, issues de la même série de bases, donnaient naissance à un type de matériau musical spécifique que l'on retrouve justement dans cette *Symphony [Myths]*.

2.3.2. Description

Comme expliquée dans sa partition, l'image centrale qui sous-tend cette composition créée en 1990, est une formation rocheuse au large de l'île japonaise de Honshu appelée *Futami ga Ura*, que Reynolds avait vu à travers la brume lors de sa première visite au Japon vingt-quatre ans plus tôt et qui était restée très vive dans sa mémoire.



Figure 99 : *Futami ga Ura*.

⁵⁰⁶ *Ibid.*, p. 1337.

Pareillement dans son livre *Form and Method*⁵⁰⁷, dans ses premières esquisses du mouvement intitulé *Futami ga Ura* tiré de sa symphonie *Myths*, le compositeur a dessiné les deux roches connues sous le nom de *Meoto Iwa* ou « roches mariées » qui se détachent de la petite ville japonaise de *Futami*.

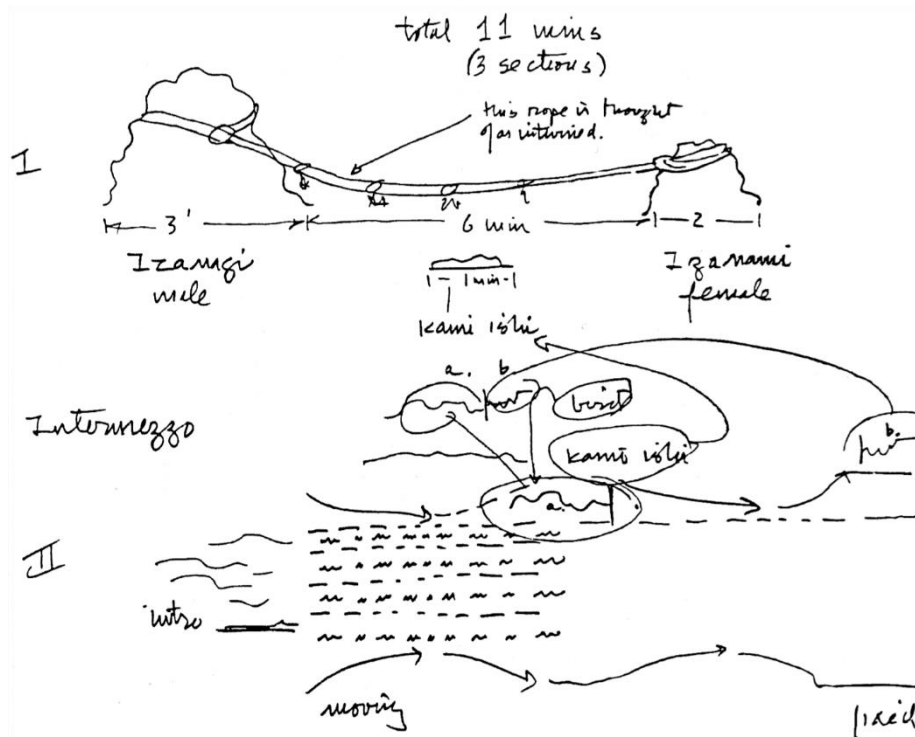


Figure 100 : Dessin d'esquisse de son œuvre.⁵⁰⁸

Son dessin comprend la corde qui relie symboliquement les deux rochers et le commentaire suivant : « cette corde est considérée comme étant entrelacée ». De gauche à droite, le dessin se compose du rocher représentant *Izanagi* (la figure masculine du mythe de la création shinto), la corde qui serre les deux formations et le rocher représentant *Izanami* (la figure féminine dans le mythe). Reynolds a utilisé des crochets sous les traits du dessin pour indiquer un plan de composition qui allouerait trois minutes pour une section correspondant au rocher *Izanagi*, six minutes pour l'espace entre les deux rochers et deux minutes pour le rocher *Izanami*. Le plan en trois parties est

⁵⁰⁷ REYNOLDS Roger, *Form and Method: Composing Music*, The Rothschild Essays, Edited by Stephen McAdams, New York, Routledge, 2002.

⁵⁰⁸ REYNOLDS Roger, *Manuscript Sketch of Symphony [Myths] by Roger Reynolds*. Internet <http://lcweb2.loc.gov/diglib/ih/loc.natlib.ih.200029047>.

essentiellement un plan qui prescrit la traduction des caractéristiques spatiales de cette image très spécifique dans la structure temporelle d'une œuvre musicale.

Reynolds a également préparé pour cette œuvre une carte des différentes textures utilisées dans *Symphony [Myths]*.

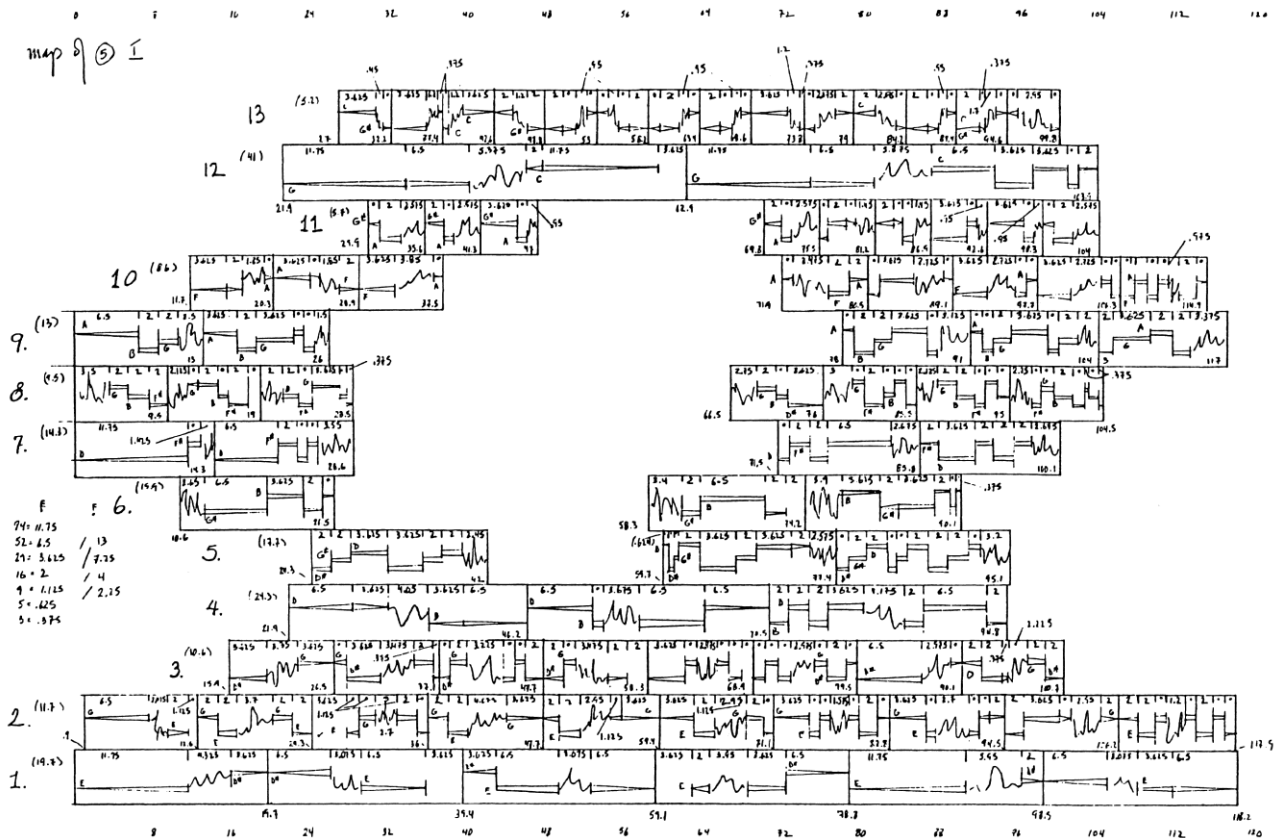


Figure 101 : Plan de textures préparatoire à son œuvre

Avec ses schémas formels préconçus, Reynolds « organise le temps pour donner une cohérence entre le matériau et la forme. »⁵⁰⁹ Le compositeur partage l'idée que Samuel Beckett se faisait de la forme. Selon l'écrivain, la forme, pour être artistiquement pertinente, doit comprendre un certain degré de chaos. « Trouver une forme qui accommode le chaos, voilà la tâche d'un artiste d'aujourd'hui »⁵¹⁰, disait Beckett. Rejetant les formes préétablies ou fondées sur une simple

⁵⁰⁹ LALITTE Philippe, « Implications compositionnelles et perceptives des échelles temporelles locales et globales », in *Le rythme*, Actes des 2es Rencontres inter artistiques, mars 2005, série « Conférences et séminaires », Paris, Observatoire Musical Français, Université de Paris- Sorbonne, 2006, p. 23-34.

⁵¹⁰ MÉLÈSE Pierre, *Samuel Beckett*, Paris, Pierre Seghers, 1966, p. 138.

périodicité, Reynolds a cherché de nouveaux modèles dans les théories du chaos. Il conçoit ses formes musicales à partir de proportions logarithmiques souvent apériodiques.

for Toru Takemitsu, commissioned by Suntory Hall
SYMPHONY [MYTHS]
 Roger Reynolds

I. Futami ga Ura
 (The Twice-Seen Shore)

Fl. 1 & 2
 Fl. 3 & 4
 Oboe I
 Oboe II
 Clarinet I
 Clarinet II
 Bassoon I
 Bassoon II
 Contrabassoon
 I
 II
 III
 Bass I
 Bass II
 Perc.
 Harp
 PNO
 I
 II
 III
 Cello
 Double Bass

4 5 4 3
 4 4 4 4
 J. ca. 60
 MAESTOSO

Edition Peters 6733
 Copyright © 1993 by C.F. Peters Corporation
 375 East Avenue South, New York, NY 10016
 International Copyright Secured. All Rights Reserved.
 Alle Rechte vorbehalten.

Figure 102 : extrait de la partition *Symphony [Myths]* de Roger Reynolds, éditions *Peters*.

Lors d'une interview avec Stephen Soderberg, en ce début de siècle, Reynolds relatait ceci :

Impulsion, est celui que j'avais utilisé à l'origine dans une série de conférences que j'avais donné à l'Institut Peabody, et l'idée était que, dans l'idéal, il devrait exister au début de l'ouvrage quelque chose qui serve de graine génétique à partir de laquelle le travail jaillit. Maintenant, j'ai décrit cela de différentes manières dans diverses publications et à diverses occasions, mais au fond, une impulsion, tirée du dictionnaire, propulse quelque chose, enflamme quelque chose, le met en mouvement. Et ce que je pense, c'est qu'une impulsion idéale devrait vous indiquer comment la chose devrait évoluer - ce que le processus de croissance ou d'évolution devrait être dans le projet. Mais il devrait en même temps fournir une norme ou une cohérence globale au sein de laquelle les choix sont façonnés et faits. En d'autres termes, une impulsion idéale oriente donc le développement de l'œuvre et contient son potentiel. [...] Je vous donnerai l'exemple d'une impulsion idéale - se référant également à Takemitsu – *Symphony [Myths]*.⁵¹¹

Voyons, dès à présent, comment la texture se dessine avec *Sonic Visualiser*, au début de son premier mouvement du début à la mesure 52, chiffre A.

2.3.3. Analyse avec Sonic Visualiser

Les premières mesures dessinent une texture lisse, avec une écriture contrapuntique que l'on discerne parfaitement sur le sonagramme avec le roulement spectral en orange (panneau central).

Cette texture se densifie peu à peu avec des motifs très courts qui émergent sur des valeurs longues comme une sorte de tapis (cf. le panneau inférieur nous renseignant sur le coefficient d'énergie dans les bandes critiques).

⁵¹¹ SODERBERG Stephen, *An interview with Roger Reynolds, Beginnings*, Library of congress, The Roger Reynolds Collection, 2000.

« "impetus," is one that I used originally in a series of lectures I gave at the Peabody Institute, and the idea was that, ideally, there should be something at the beginning of the work which serves as a genetic seed out of which the work springs. Now I described this in various ways in various publications and on various occasions, but basically an impetus, obviously, from the dictionary, propels something, ignites something, sets something in motion. And what I feel is that an ideal impetus should indicate to you how the thing should evolve - what the process of growth or evolution should be in the project. But it should at the same time provide a global normative or consistency within which choices are shaped and made. So in other words, an ideal impetus both drives the development of the work and contains its potential. [...] I'll give you an example of an impetus in an ideal way- also referring back to Takemitsu - *Symphony [Myths]*. »

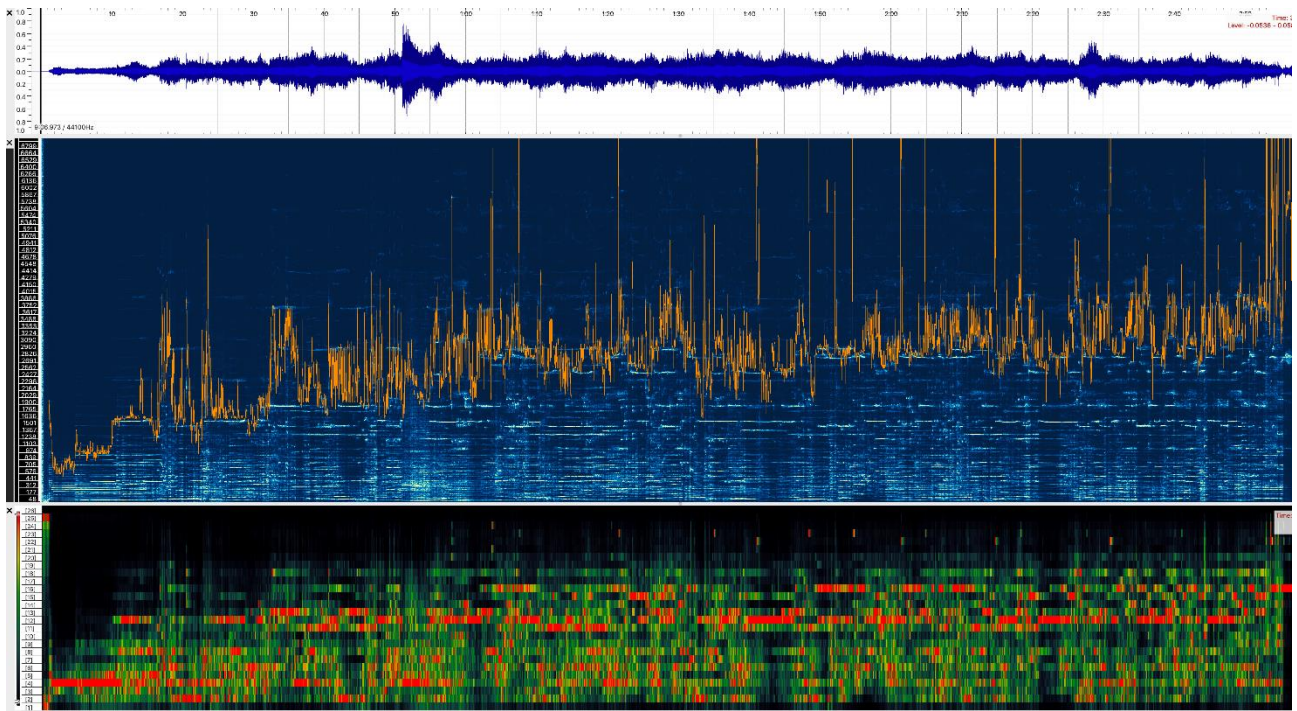


Figure 103 : *Symphony [Myths]*, de la mesure 1 à 51.

De haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques.

Dans sa dimension verticale, nous observons une étendue large, complexe avec beaucoup de micro évènements venant ponctuer le discours musical. En effet, beaucoup d'instruments jouent ensemble et les éléments sonores s'enchaînent les uns aux autres de façon plutôt rapide. Les dissonances sensorielles sont perçues comme étant rugueuses d'une part parce que le nombre de lignes musicales est multiple, d'autre part les rapports d'intervalles et les timbres utilisés confèrent un mode de jeu relativement bruyé. L'enveloppe spectrale nous apparaît tendue, acérée.

Dans sa dimension horizontale, les couleurs sonores utilisées dans une musique empreinte d'un certain statisme font ressortir cette densité avec tous ces micro-changements qui transforment la matière sonore perpétuellement mouvante. Ce travail sur la matière sonore, les textures et le rapport au temps se retrouve dans la plupart des œuvres de Reynolds. Par conséquent, la texture dans ce premier mouvement y est tout particulièrement dense, serrée car toutes les familles d'instruments jouent petit à petit ensemble (p. 6 de la partition, par exemple) formant un tissage orchestral complexe. Cette œuvre empreint de spiritualité, de par son contexte, est certainement la plus

personnelle de Reynolds.

2.4. Ligeti, *Concerto de chambre* (1969-1970), 3ème mouvement (*Movimento preciso e meccanico*)

2.4.1. Présentation

Composé entre 1969 et 1970, écrit pour un ensemble de treize musiciens, couvrant un large spectre de familles instrumentales et de registres (depuis la contrebasse jusqu'à la flûte piccolo), le *Concerto de chambre* (*Kammerkonzert*) a été créé le 1er octobre 1970 au festival de Berlin, par l'ensemble *Die Reihe* sous la direction de Friedrich Cerha. Chaque instrumentiste est traité de manière égale, en tant que virtuose concertant. Six instruments à vent, cinq instruments à cordes, quatre claviers joués par deux musiciens : soit une flûte (qui peut être remplacée par un piccolo), un hautbois (également cor anglais ou hautbois d'amour), une clarinette en si *b*, une clarinette basse, un cor, un trombone ténor, un piano et un célesta joués par le même interprète, un quatuor à cordes, une contrebasse, un clavecin et un orgue Hammond (ou harmonium) joués par le même exécutant. Ligeti le définissait ainsi : « Une combinaison d'intervalles clairement audible s'efface peu à peu, et à partir de ce brouillage, une combinaison d'intervalles se cristallise. » Pierre Michel souligne que « le concerto de chambre comporte une très grande variété de structures, il pourrait presque résumer à lui seul tous les éléments de langage de la musique de Ligeti à cette époque. »⁵¹² Le premier souci du compositeur semble d'ordre plastique : peaufiner la matière sonore, « ajuster les dynamiques, aucun instrument ne doit émerger », ne cesse de préciser la partition. Cette partition hypnotise l'auditeur, tel un dessin en trompe l'œil du Néerlandais Maurits Cornelis Escher (1898-1972) qui excelle dans l'art de la perspective paradoxale, que Ligeti admirait tant ! Escher est, d'une certaine manière, très proche du compositeur. En effet, si nous observons les gravures ci-dessous d'Escher qui illustrent notre propos, nous remarquons que ce dernier cherche à « tromper » l'observateur, comme le ferait Ligeti

⁵¹² MICHEL Pierre, *György Ligeti*, Paris, Minerve (2ème édition), 1995, p. 93.

dans sa musique. Nous avons d'ailleurs expliqué ce phénomène d'illusions auditives dans le troisième chapitre. Escher utilisera par exemple *l'escalier de Penrose* ⁵¹³ pour créer des scènes surréalistes où les lignes de fuite sont interchangeables.

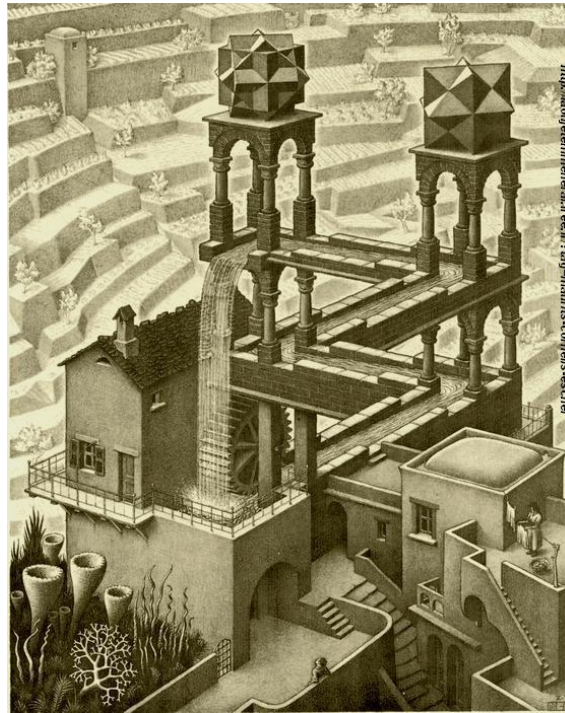


Figure 104 : Maurits Cornelis Escher, *Mouvement perpétuel* ou *Cascade*, 1961, Lithographie, 300 mm x 380 mm.

Dans un entretien avec Pierre Michel, Ligeti exprime très clairement sa fascination pour l'artiste et à quel point il a influencé son écriture :

Un de ses dessins les plus typiques s'appelle *Métamorphoses*. Escher transforme progressivement un carré en animaux (lézards), puis cela devient géométrique ; des hexagones évoquent l'association à une ruche d'abeilles, puis les abeilles sortent en volant et se muent en papillons ou en poissons. L'idée est géniale. Quand j'ai vu cela, j'ai été touché car, dans *Continuum*, c'est exactement la même chose. J'ai, comme dans cette œuvre d'Escher, une image

⁵¹³ PENROSE Lionel S. et PENROSE Roger, « Impossible Objects: A Special Type of Illusion », *British Journal of Psychology*, vol. 49, n°1, 1958, p. 31–33.

claire de départ : un intervalle qui est de plus en plus brouillé, puis un nouvel intervalle, brouillé à son tour, etc. Il y a des mondes fantastiques chez Escher, mais cela vaut la peine de les voir très lentement... par moments vous croyez que c'est convexe, à d'autres moments vous croyez que c'est concave, on ne sait plus trop. Cela relève des illusions d'optiques, ou plus simplement de l'ambiguïté de la représentation de l'espace tridimensionnel, perceptif, sur une surface à deux dimensions.⁵¹⁴

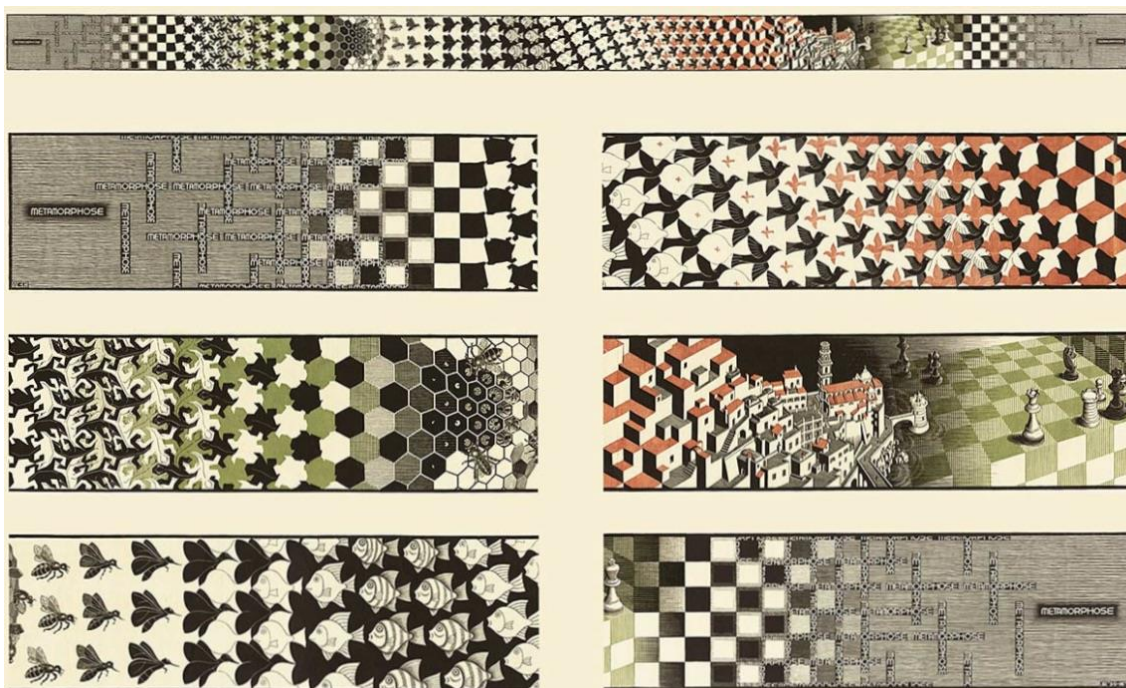


Figure 105 : M.C. Escher, *Métamorphoses II*, xylographie en noir, vert et brun, en vingt blocs, sur trois feuilles combinées 19,2 x 389,5 cm, novembre 1939-mars 1940.

Le compositeur aime intimement utiliser ces effets d'illusion :

Je travaille souvent en me servant d'illusions acoustiques, très analogues aux illusions optiques, les fausses perspectives... Nous ne connaissons pas vraiment très bien les illusions acoustiques. Mais elles sont très analogues et on peut faire des choses très intéressantes dans ce domaine. Par

⁵¹⁴ György Ligeti, in Pierre MICHEL, *Ibid.*, p. 193.

exemple produire l'illusion d'une certaine succession rythmique qui n'est pas vraiment jouée...⁵¹⁵

Les quatre mouvements de l'œuvre tissent une large texture micro-polyphonique, où un ambitus de hauteurs s'élargit peu à peu, depuis le demi-ton jusqu'à la septième majeure. Nous nous intéresserons tout particulièrement à cette horlogerie implacable diaboliquement détraquée du troisième mouvement, *Movimento preciso e meccanico*, réminiscence de l'orchestre de métronomes désynchronisés du *Poème symphonique* (1962). Ligeti y façonne un véritable mécanisme de précision qui, comme souvent dans sa musique, s'auto-détruit.

2.4.2. Description

Ce troisième mouvement du *Concerto de Chambre* reflète une des obsessions récurrentes du compositeur, à savoir celle des objets mécaniques en général et des horloges plus particulièrement, que nous retrouvons également dans *Continuum* pour clavecin (1968). « La troisième partie est quasi mécanique, comme si un étrange appareil de précision à moitié détraqué se mettait en mouvement » précise Ligeti au sujet du *Kammerkonzert*.⁵¹⁶ Ainsi, cette « polyphonie saturée », technique d'écriture chère à Ligeti, se retrouve dans la plupart de ses œuvres. Dans *Kammerkonzert*, il utilise des procédés d'écriture rigoureux et empruntés à la musique « traditionnelle » avec l'emploi du canon (mais de manière non conventionnelle). D'après Ligeti, la technique du canon permet de structurer et de coordonner les éléments verticaux et horizontaux afin de construire les réseaux micro-polyphoniques :

Si je veux remplir un espace peu à peu, graduellement, pas avec un cluster, mais avec une sonorité assez épaisse, le canon à l'unisson est un moyen très approprié, car je peux avoir une succession de plusieurs sons, donc une ligne mélodique, et si je fais de cette succession un canon, il y a alors une deuxième ligne mélodique qui l'imité, puis une troisième, etc. [...] Cela

⁵¹⁵ *Ibid.*, p. 142.

⁵¹⁶ LIGETI György, « *Concerto de Chambre* », in *Passages du XXème siècle*, première partie, janvier-juillet 1977, Ed. IRCAM et Métiers graphiques, 1977, p. 101.

signifie que ce que j'ai comme succession va devenir simultanété ; il y a alors unité entre simultanété et succession.⁵¹⁷

Für Friedrich Cerha

III

4 **Movimento preciso e meccanico**
 4 (♩ = 60)

In den Bläs- und Tasteninstrumenten stets staccatissimo leggiero, in den Streichern pizzicato - alles sehr deutlich artikulieren (immer! Flötenzungen!) Bleih sehr gleichmäßig spielen; Keine Taktmeterik gelten lassen.
 Wind and keyboard instruments: always staccatissimo (never flutter-tonguing!) Always play very clearly. Strings: pizz. Articulate everything very leggiere. Do not observe metrical bar subdivisions.

Figure 106 : extrait de la partition de Ligeti, *Concerto de Chambre, Movimento preciso e meccanico*, p. 61, Edition Schott.

Selon le musicologue Jean-Pierre Dambricourt, ce troisième mouvement se découperait en trois parties distinctes : du début à la lettre C, de C à la mesure 40, puis de la lettre H jusqu'à la fin.⁵¹⁸ Tout le début de cette première section s'articule autour d'une seule note (*mi*), où Ligeti propose une

⁵¹⁷ *Ibid.*, p. 151.

⁵¹⁸ DAMBRICOURT Jean-Pierre, « György Ligeti et le Kammerkonzert pour treize instruments », *Éducation musicale* 462-463, Septembre-Octobre 1999, p. 40-52.

extension progressive de l'ambitus. Un cluster se forme peu à peu avec un ambitus *do-fa#* à la sixième mesure. À partir de la mesure 8, de longues tenues apparaissent discrètement chez les bois et à la contrebasse. Cette texture saisissante a la particularité d'allier des sons incisifs à des sons fondus : ainsi de la mesure 8 à 11, les pizzicatos des cordes se mêlent subtilement au fondu des tenues de bois, ponctuée par l'entrée imperceptible de la contrebasse. Cet alliage entre les timbres et les sensations révèle une organisation timbrique et texturale d'une grande finesse. Les trois familles instrumentales (vents, claviers et cordes) évoluent progressivement, avec les vents au départ, puis le piano et les cordes en pizzicato. Au niveau rythmique, cela s'articule de la même manière. Nous assistons à un épaississement de la matière sonore, grâce à la superposition progressive de ces couches sonores, formant des clusters harmoniques : une sorte de fondu enchaîné de timbres entre les bois puis les cordes.



Figure 107 : Paul Klee, *Chemin principal et chemins secondaires (Hauptwege-und Nebenwege)* 1929, huile sur toile de 83 x 67 cm, conservé à Cologne, au *Wallraf-Richartz und Ludwig Museum*.⁵¹⁹

Le tableau de Paul Klee ci-dessus explore la vision texturale de Ligeti. Dambricourt souligne ceci à propos de ce tableau : « Ligeti déclare souvent trouver dans la peinture de Paul Klee un travail sur la perception des lignes, des plans et des couleurs comparables au sien. »

⁵¹⁹ *Ibid.*, p. 47.

La seconde partie débute de la même manière que la précédente avec un focus sur une seule note, *la bémol* (mesure 12) répartie sur un ambitus de quatre octaves. Alors que nous assistions à une mécanique se grippant peu à peu dans la première section, cette seconde section évoque plus un « emballement délirant » selon les mots de Dambricourt. Mis à part la technique du canon, Ligeti aime utiliser tout particulièrement ici, le « total chromatique » afin de remplir son espace sonore. À partir du *la b* de la mesure 12, un cluster se forme par canon chromatique, superposant au total 11 sons. Mesure 38, un nouveau cluster, joué au piano et au clavecin le remplacera.

La formation de ce cluster se fait selon la proposition du schéma ci-après de la musicologue Marie Delcambre-Monpoël. Il nous a semblé fort intéressant d'être mentionnée dans ce chapitre.

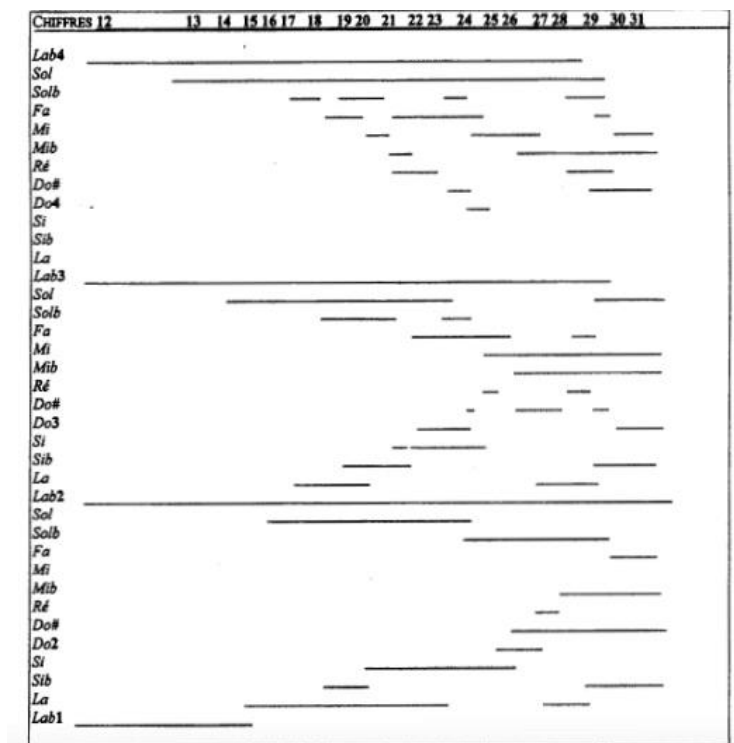


Figure 108 : De la lettre C à E, schéma de la formation progressive du cluster, proposé par la musicologue Marie Delcambre-Monpoël. Les chiffres indiqués correspondent aux mesures.⁵²⁰

Dès la mesure 32, les pizzicati vigoureux des cordes, *sul ponticello*, joués « à la Bartok » amorcent une séquence de mécanique imperturbable où se jouent des moments d'une rare complexité

⁵²⁰ DELCAMBRE-MONPOËL Marie, « György Ligeti, *Kammerkonzert* », *Musurgia*, vol. VI, n° 3-4, 1999. p. 112.

rythmique. Dambricourt parle de « polymétrie » plutôt que de polyrythmie, car cela supposerait une pulsation commune. En effet, c'est surtout un jeu subtil sur la perception des vitesses. Il précise : « Le temps s'écoule à une vitesse différente pour chaque « horloge » dont le fonctionnement, qui plus est, peut lui-même varier. »⁵²¹

Pour clore ce troisième mouvement, la troisième et dernière section intervient à la mesure 41, lettre H. La rupture est brutale : le triple pizzicati des cordes joués double piano avec des arpèges très rapides forment peu à peu une sorte de tapis texturé. Nous retrouvons cette polymétrie : les différents rythmes se figent sur un cluster qui n'évolue pas. L'effet obtenu correspond à une horloge détraquée. Les vitesses de chaque instrument sont différenciées dans des rapports qui n'autorisent plus la simultanéité des sons mais a contrario appellent à de subtils décalages qui introduisent à leur tour la notion de déphasage. La fascination de Ligeti pour ces mécaniques détraquées vient de ses lectures et en particulier des livres de l'écrivain hongrois Gyula Krudy (1878-1933) : « J'ai repris dans ma musique, inconsciemment je pense deux choses de Krudy: un sentiment de non écoulement du temps et un sens de l'immobilité ». ⁵²² A la mesure 53, les treize instrumentistes jouent tous ensemble sur le total chromatique, réparti sur presque cinq octaves. La texture y est acérée, agressive, générée par des sons aigus stridents. A partir de la mesure 60, nous assistons à l'épuisement de ce monde avec des variations de timbres sur des rythmes irréguliers. Ligeti utilise pour cela des trilles et un cluster se glissant d'un timbre à l'autre (*si à mi b*).

2.4.3. Analyse avec Sonic Visualiser

Ligeti articule les différentes voix simultanément de façon systématique : ce qui techniquement permet de faire évoluer la notion de polyphonie vers la notion de texture. Notre choix d'analyser la texture avec *Sonic Visualiser* nous permettra de discerner les « masses, nuages sonores, cluster, trames, tissus, micropolyphonie, mécanique imperturbable, polyrythmie, illusion, statisme,

⁵²¹ *Op.cit.* p. 48.

⁵²² MICHEL Pierre, *György Ligeti, op.cit.*, p. 144.

limites »⁵²³, autant de termes que nous associons le plus souvent à la musique du compositeur.

Dans une conférence sur le *Kammerkonzert* de Ligeti en 1978, Pierre Boulez décrit les textures ainsi : « comme quand on écrit sur du papier mouillé on a, tout à coup, non seulement la ligne, mais vous avez la ligne qui se répand et l'encre qui imbibe le papier. Mais seulement vous avez toujours la ligne ». ⁵²⁴

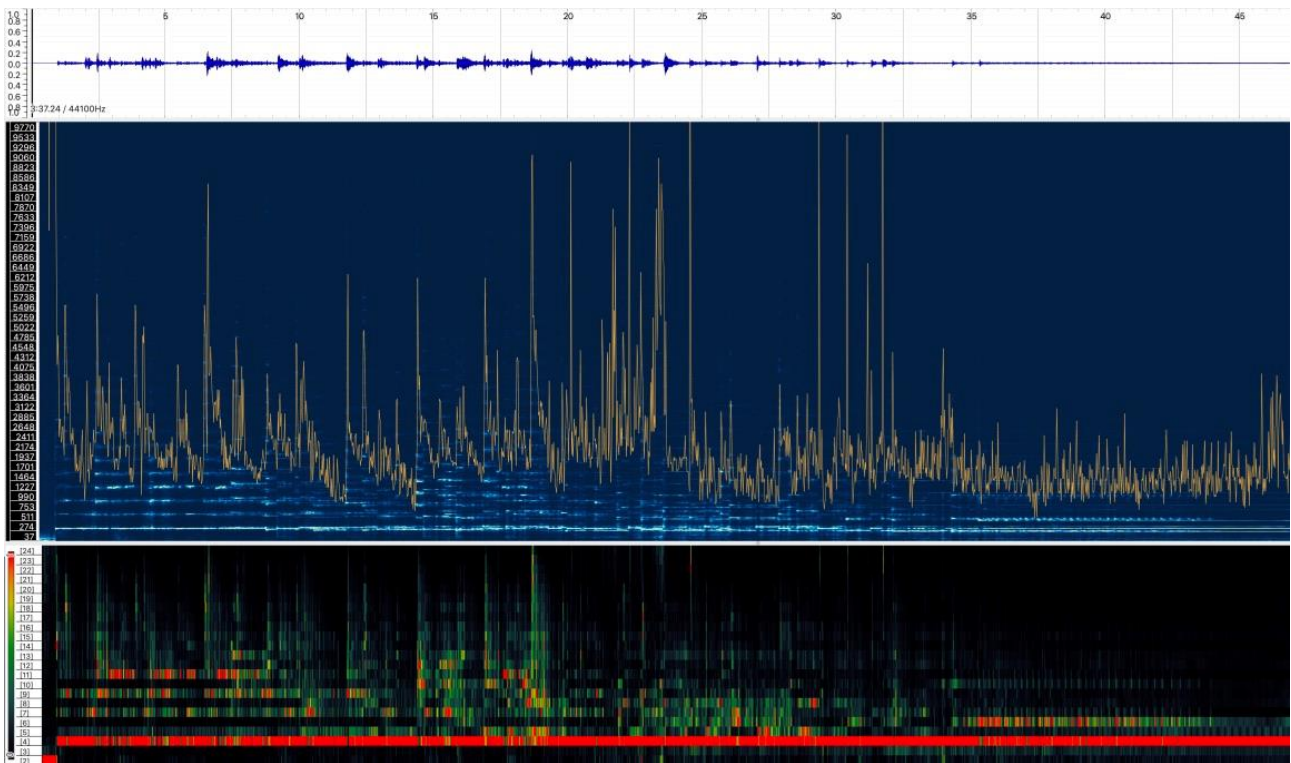


Figure 109 : *Kammerkonzert* de Ligeti, première partie : du début à la lettre C.

Dans cette première partie, dans sa dimension horizontale, nous observons dans le panneau inférieur (coefficient d'énergie dans les bandes critiques), une ligne orangée traversante correspondant à la note *mi*. Ligeti s'appuie sur cette note afin de construire peu à peu une sorte de climax orchestral pour arriver à une texture incisive, où se dégage une certaine tension dramatique. La texture est mouvante, avec des accents et des timbres inattendus. La matière sonore se densifie progressivement,

⁵²³ DELCAMBRE-MONPOËL Marie, « György Ligeti, *Kammerkonzert* », *op. cit.*, p. 109.

⁵²⁴ BOULEZ Pierre, « Le Temps Musical », 1978-02-17-1978-02-23, Conférence du 17/02/1978 autour du *Kammerkonzert* de Ligeti, Centre Georges Pompidou, Paris.
https://medias.ircam.fr/embed/media/xfdefef_kammerkonzert-gyorgy-ligeti

ponctuée d'évènements brefs, pour revenir à un calme apparent mais pas véritable (visible sur l'ensemble du document ci-dessus). Ce repos momentané n'est pas sans rappeler ceux de Grisey avec une texture composée de longues tenues, nous permettant d'avoir le sentiment d'une sincère détente.

Dans sa dimension verticale, nous pouvons parler d'une texture singulière alliant des sons incisifs à des sons fondus. La largeur fréquentielle est hétérogène avec un mode de jeux bruités. L'écriture contrapuntique confère à cette texture une certaine rugosité, de par le nombre de lignes utilisées. Son enveloppe spectrale est froide, tendue. Ligeti manipule des indices de groupement séquentiel afin de souligner la complexité de sa polyphonie.

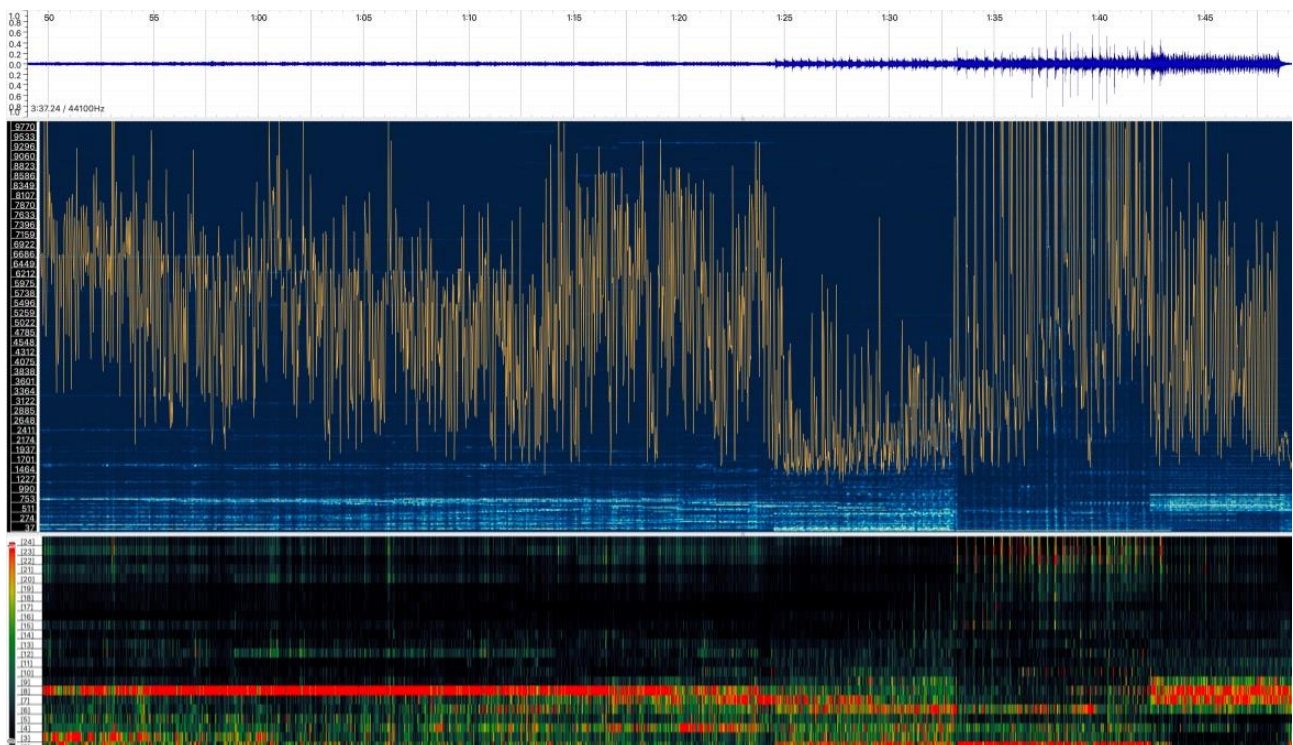


Figure 110 : *Kammerkonzert* de Ligeti, deuxième partie : de la lettre C à la mesure 40 inclus.

Au sein de cette deuxième partie, nous pouvons immédiatement remarquer la densité de cette nouvelle texture sur le sonagramme (panneau central), s'apparentant à un « continuum granuleux ».⁵²⁵ Un *ostinato* rythmique implacable se déploie avec des superpositions de vitesses

⁵²⁵ JOUBERT Muriel, « Le *Kammerkonzert* pour treize instrumentistes de Ligeti : une écriture d'une grande rigueur. In Musurgia », *Pratique et Analyse Musicale*, Vol. 8, n°1, 2001, p. 61.

différentes (*polytempi*). Ligeti écrit des notes répétées évoluant de manière chromatique à partir du *la* *b* en employant la technique du canon. Nous pourrions faire le rapprochement avec les musiques traditionnelles d’Afrique centrale, ce que l’ethnomusicologue Simah Arom nomme « ostinato à variations ».⁵²⁶ Le matériau rythmique est souvent en conflit avec la pulsation :

Dans des musiques cycliques fondées sur la répétition et la variation, il est important afin d’éviter la monotonie, que soit maintenue une tension permanente. Or, c’est précisément par le biais de la polysémie des structures rythmiques, obtenue grâce à l’ambiguïté qui leur est inhérente, que cette tension ne cesse qu’avec la musique elle-même.⁵²⁷

En somme, l’écriture texturale de Ligeti se rapproche du contrepoint tel qu’il est pratiqué dans les musiques africaines.

Dans sa dimension verticale, nous pouvons observer un net changement de texture avec un élargissement spectral conférant un caractère plus dense et opaque. La largeur fréquentielle est plutôt homogène dans cette deuxième partie. Son enveloppe spectrale est de plus en plus tendue, acérée voire agressive. Vers la fin de cette deuxième partie, nous avons la sensation d’une fusion fugitive des différents flux auditifs grâce notamment à la comodulation des amplitudes et du synchronisme des attaques.

Dans sa dimension horizontale, nous voyons clairement se dessiner dans le panneau central notamment, un nombre élevé de striations jouées à un tempo très rapide. Le caractère pulsé de cette texture va évoluer vers un climax timbral et polyrythmique intense. Cette « polymétrie » dont parle Dambricourt, met en avant cette mécanique imperturbable en perpétuel mouvement. La densité temporelle est fort compacte avec un jeu subtil de flux auditifs très variés.

⁵²⁶ AROM Simha, « Les musiques traditionnelles d’Afrique centrale », *Contrechamps*, janvier 1988, n°10, p. 180.

⁵²⁷ *Ibid.*, p. 194.

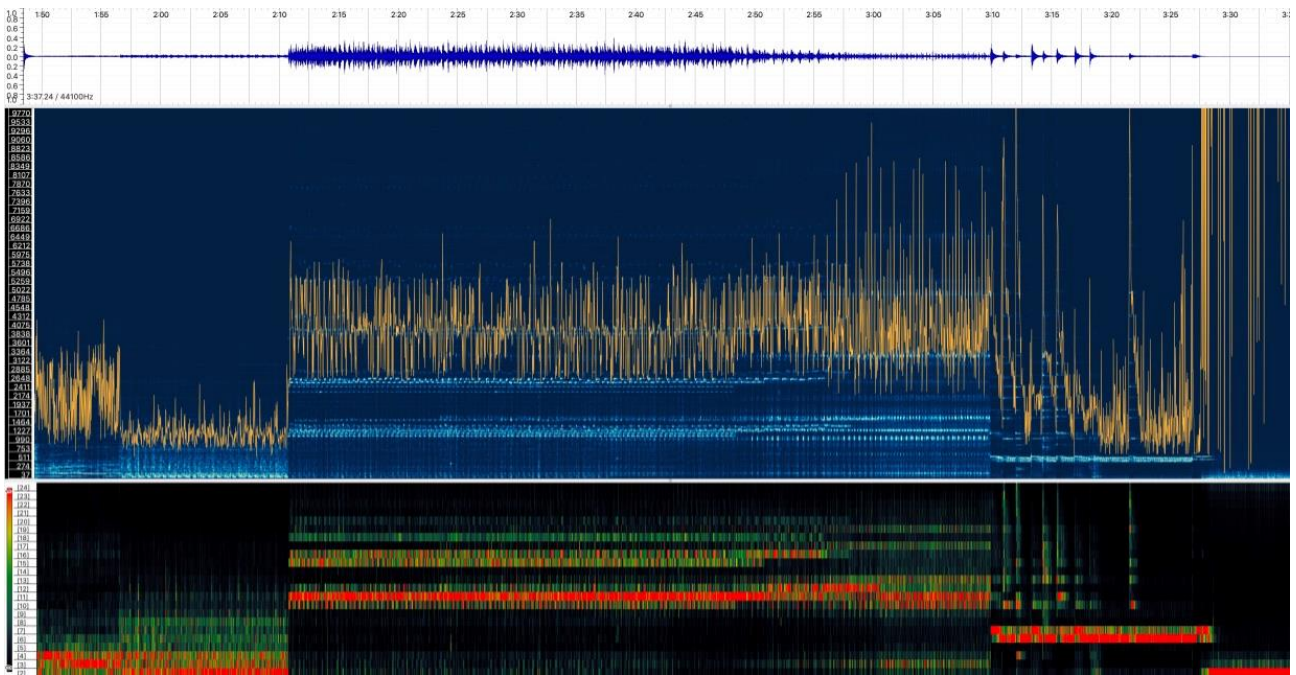


Figure 111 : *Kammerkonzert* de Ligeti, troisième partie : de la mesure 41 à la fin du troisième mouvement.

Dans cette ultime partie, Ligeti rompt brutalement avec la texture précédente, en réduisant significativement sa largeur fréquentielle avec un centre de gravité spectral beaucoup plus grave, visible sur l'ensemble du document ci-dessous. Un sentiment de douceur émerge un instant grâce à la réduction des dissonances sensorielles d'une part et du subtil alliage de timbres d'autre part. La nuance double piano maximise cet effet. Dans sa dimension horizontale, sur ce même moment, la faible densité des événements engendre un certain statisme.

Puis le « mécanisme de l'horloge » se détraque franchement avec le déplacement du spectre vers l'aigu et des dissonances sensorielles beaucoup plus marquées, conférant à cette texture un caractère rugueux et glacé à la fois. Ligeti articule les différents flux auditifs de manière simultanée, tout en faisant varier subtilement les vitesses de chaque instrument. Les différents décalages obtenus introduisent cette notion de « déphasage », chère au compositeur. Nous retrouvons tout particulièrement ce procédé d'écriture dans *Continuum* pour clavecin (1968). Cette polyphonie saturée met en valeur cette texture grâce à l'ambitus et le registre utilisé.

3. Expérimentation n°1 : Représentation cognitive des textures chez l'enfant sourd

3.1. Méthode

3.1.1. Participants

3.1.1.1. Le groupe expérimental

Cette étude a été menée auprès de 50 enfants dont 26 enfants sourds implantés, scolarisés au CEOP (Centre Expérimental Orthophonique et Pédagogique) à Paris, et auprès de 24 enfants normaux-entendants scolarisés à Chambœuf en Côte d'Or. Les enfants sont âgés de 6 à 12 ans répartis en deux groupes distincts.

Le groupe expérimental est composé de 26 enfants sourds dont 13 garçons et 13 filles. Tous présentent une surdité congénitale profonde, sauf un, ayant une surdité moyenne limite sévère. Les enfants sont répartis en primaire du CP au CM2. 14 enfants portent un implant cochléaire et une prothèse controlatérale, 12 sont bi-implantés. 18 enfants ont été implantés avant l'âge de 2 ans (implantation pré-linguale). Ils ont tous bénéficié d'une éducation auditive dès leur plus jeune âge dispensée par des orthophonistes. Les enfants de ce groupe ont suivi au moins un an des séances de musique hebdomadaire avec un professeur spécialisée pour enfants sourds et musicienne, pour les plus jeunes, et 5 ans pour les plus âgés.

Le projet de cet établissement est bilingue : apprentissage de la langue des signes française (L.S.F.) et développement de la langue orale française accompagnée du langage parlé complété (L.P.C.).

3.1.1.2. Le groupe contrôle

Ce groupe est composé de 22 enfants normo-entendants (11 garçons et 11 filles), âgés de 6 à 12 ans, scolarisés en primaire du CP au CM2, tout comme le groupe expérimental. A la discrétion des professeurs des écoles et en accord avec les programmes de l'éducation nationale, les enfants

pouvaient bénéficier d'un temps musical de 45mn à 1h30 par semaine.

3.1.2. Matériel

L'expérience a été réalisée sur un ordinateur portable muni de haut parleurs de très bonne qualité au sein des deux établissements différents : au CEOP ainsi qu'à l'école élémentaire de Chambœuf. Les fichiers audio sont de qualité 44 100 Hz, 16 bit, extraits de CD commercialisés. Le programme est réalisé avec Max MSP tournant avec Max Runtime.⁵²⁸

3.1.2.1. Matériel musical

Nous avons utilisé 24 extraits de musique contemporaine en sélectionnant 6 extraits pour chaque texture : la texture aérée, dense, lisse et pulsée. Voici la liste des œuvres utilisées pour différencier les différents types de textures : 24 extraits (20 sec. ± 1).

- **Concernant les extraits ayant des textures aérées :**

1. Péter Eötvös (1944 – en vie), compositeur et chef d'orchestre hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986), extrait au début du morceau.
2. Morton Feldman (1926-1987), compositeur américain, *Piano and orchestra* (1975) extrait à 1'17 minute.
3. Helmut Lachenmann (1935- en vie), compositeur allemand, *Mouvement (- vor der Erstarrung)* pour ensemble (1984) extrait du début du morceau.
4. Helmut Lachenmann (1935- en vie), compositeur allemand, *Schwankungen am Rand* pour cuivres et cordes (1975) extrait à 1'05 minute.
5. Karlheinz Stockhausen (1928-2007), compositeur allemand, *Gruppen for three orchestras* (1955) extrait à 8'38 minutes.

⁵²⁸ Site internet du marchand du logiciel : <https://cyclimg74.com/downloads/#.VzxxgPmLSM8>, consulté le 15 mai 2017.

6. Tōru Takemitsu (1930-1996), compositeur japonais, *Tree lines* (1988) extrait du début du morceau.

- **Concernant les extraits ayant des textures lisses :**

1. Péter Eötvös (1944 – en vie), compositeur et chef d'orchestre Hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986), extrait à 4'33.
2. Gerard Grisey (1946-1998), compositeur français, *Partiels* pour dix-huit musiciens (1975) extrait à 6'05 minutes.
3. Georg Friedrich Haas (1953- en vie), compositeur autrichien, *Wer, wenn ich schriee, hörte mich*, pour percussions et ensemble (1999), extrait à 1'08 minute.
4. György Ligeti (1923-2006), compositeur hongrois naturalisé autrichien, *Lontano* pour grand orchestre (1967) extrait à 19 seconde.
5. Tristan Murail (1947-en vie), compositeur français, *Le lac* pour grand ensemble (2001) extrait à 5'06 minutes.
6. Roger Reynolds (1934- en vie), compositeur Américain, *Symphony [Myths]* pour orchestre (1990) extrait à 2'55 minutes.

- **Concernant les extraits ayant des textures denses :**

1. Hugues Dufourt (1943-en vie), compositeur français, *Le Déluge d'après Poussin* pour orchestre (2001) extrait à 28'45 minutes.
2. Pascal Dusapin (1955- en vie) compositeur français, *Extenso solo n° 2* pour orchestre (1994) extrait à 4'55 minutes.
3. Tristan Murail (1947-en vie), compositeur français, *Le lac* pour grand ensemble (2001) extrait à 18'36 minutes.
4. Roger Reynolds, (1934- en vie), compositeur américain, *Symphony [Myths]* pour

orchestre (1990) extrait à 20 seconde.

5. Giacinto Scelsi (1905-1988), compositeur italien, *Konx-Om-Pax* pour grand orchestre, chœur et orgue (1969) extrait à 3'38 minutes.
6. Iannis Xenakis (1922-2001), compositeur grec, *Tracées* pour 94 musiciens (1987) extrait à 30 secondes.

- **Concernant les extraits ayant des textures pulsées :**

1. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Éclat/Multiples* pour orchestre (1970) extrait au début du morceau.
2. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Répons* pour six solistes, ensemble de chambre, sons électroniques et électronique en direct (1982) extrait au début du morceau.
3. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Rituel in memoriam Bruno Maderna* pour orchestre en huit groupes (1974-1975) extrait à 3'02 minutes.
4. Peter Eötvös (1944 – en vie), compositeur et chef d'orchestre hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986) extrait à 58 secondes.
5. Georg Friedrich Haas (1953- en vie), compositeur autrichien, *Wer, wenn ich schriee, hörte mich*, pour percussions et ensemble (1999), extrait à 7'31 minutes.
6. György Ligeti (1923-2006) compositeur hongrois naturalisé autrichien, *Kammerkonzert* pour treize instrumentistes (1970) extrait à 1'24 minute.

Liste des 24 extraits (20 sec. ± 1) :

Aérés		Denses	
1	A_Eotvos_Chine_Opera_0.wav	7	D_Dufour_Deluge_1707.wav
2	A_Feldman_Piano_77.wav	8	D_Dusapin_Extenso_273.wav
3	A_Lachenmann_Mouvement_0.wav	9	D_Murail_Lac_1102.wav (new)
4	A_Lachenmann_Schwankungen_65.wav	10	D_Reynolds_Myths1_20.wav
5	A_Stockhausen_Gruppen_523.wav	11	D_Scelsi_Konx_Om_Pax1_218.wav
6	A_Takemitsu_Tree_Line_0.wav	12	D_Xenakis_Tracees_30.wav
Lisses		Pulsés	
13	L_Eotvos_Chinese_Operal_260.wav	19	P_Boulez_Multiples_00.wav
14	L_Grisey_Partiels_365.wav	20	P_Boulez_Repons1_0.wav
15	L_Haas_Wer_68.wav	21	P_Boulez_Rituel_182.wav
16	L_Ligeti_Lontano_19.wav	22	P_Eotvos_Chinese_Operal_58.wav
17	L_Murail_Lac_306.wav	23	P_Haas_Wer_447.wav
18	L_Reynolds_Myths1_175.wav (new)	24	P_Ligeti_Chamber_Concerto3_84.wav

Tableau 2 : Abréviations : P (pulsé), A (aéré), D (dense), L (lisse) et le nom de fichier :

La qualité de texture, le nom du compositeur, le nom abrégé de l'œuvre avec éventuellement le numéro de mouvement et un chiffre indiquant la position de l'extrait - en secondes - dans le fichier original. Ex.

P_Boulez_Rituel_182.wav

Nous avons sélectionné ces quatre types de textures en nous interrogeant sur l'effet qu'elles pourraient produire et si ces effets pourraient conditionnés un classement pertinent.

C'est pourquoi la texture que nous qualifions de « lisse » suggère une atmosphère paisible et éthérée, avec un spectre harmonique plutôt réduit, avec peu d'éléments rythmiques, sur des longues tenues renvoyant à un certain immobilisme. Nous n'avons pas réellement de contrastes ou de changements bruts entre les sons.

La texture aérée nous plonge dans un espace intemporel dicté par des sons de façon aléatoire. La présence des silences est caractéristique de cette texture. Celle-ci est très fragmentée avec des effets de spatialisation, le plus souvent avec un mode de jeux bruités et des rythmes apériodiques.

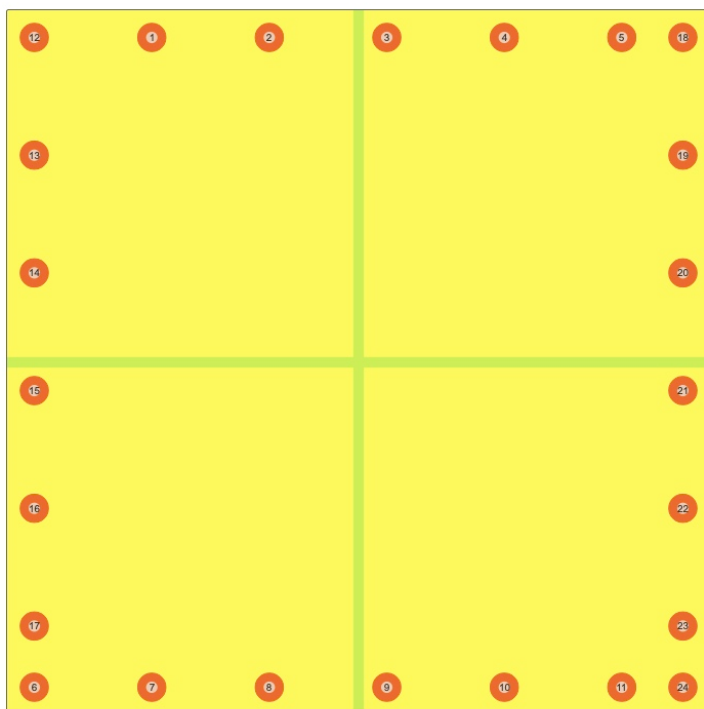
La texture dense se caractérise par un tissu orchestral complexe où toutes les familles d'instruments sont représentées. Les dissonances sensorielles pourront être perçues comme étant

rugueuses d'une part parce que le nombre de lignes musicales est multiple, d'autre part car les rapports d'intervalles et les timbres utilisés confèrent un mode de jeu plutôt bruité. L'enveloppe spectrale sera le plus souvent tendue, acérée.

Quant à la texture pulsée, des éléments rythmiques périodiques la caractérisent, avec un ambitus large. Les sons se superposent, s'ajoutent. Il émerge des lignes mélodiques bien spécifiques conférant à une ambiance chaotique.

3.1.3. Procédure

La capture d'écran ci-dessous correspond à l'image du logiciel *Max MSP* à son ouverture avant que le sujet commence l'expérience.



24 extraits de musique d'orchestre sont représentés à l'écran au moyen d'une pastille ronde et orange.

- Pour écouter un extrait, clique une fois sur une pastille. Pendant que la pastille disparaît, l'extrait ne peut pas être interrompu ;
- Dès qu'elle réapparaît en rouge foncé, tu peux interrompre l'extrait en cliquant sur la pastille (ou toute autre) ;
- Lorsqu'une pastille est orange ou rouge, tu peux la déplacer à n'importe quelle place dans le carré jaune : maintiens le clic enfoncé en son centre tout en la déplaçant ;
- Tu dois écouter tous les extraits au moins une fois en entier !

L'objectif est de regrouper les pastilles dont les musiques se ressemblent.

Tu peux faire autant de groupes que tu le souhaites et chaque groupe peut comporter autant d'extraits que tu veux.

Les groupes doivent être clairement séparés dans l'espace et ne pas se chevaucher.

Figure 112 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).

A droite, nous pouvons voir les consignes qui ont été données à nos sujets, consignes que nous

lisions avec eux en leur donnant des explications complémentaires si besoin. Ainsi, nous pouvons voir 24 pastilles entourées d'un rond rouge orangé réparties en bordure du carré jaune. Ce carré jaune est divisé en quatre parties égales. Les pastilles sont toutes numérotées de 1 à 24. Chaque pastille correspond à un extrait de musique contemporaine d'environ 20 secondes (cf matériel musical en amont). Il est important de préciser qu'à chaque ouverture du logiciel, les extraits musicaux sont associés de manière aléatoire aux différentes pastilles, de façon à ce que la pastille n°1, par exemple, ne correspond pas toujours au même extrait, etc. Ceci afin de pouvoir écarter un biais d'ordre entre les extraits musicaux et le numéro des pastilles.

Chaque sujet devait cliquer sur la pastille de son choix pour démarrer l'expérimentation : l'extrait correspondant, présenté de manière aléatoire pour chaque sujet, pouvait être arrêté au bout de 10 secondes d'écoute. Les sujets pouvaient réécouter plusieurs fois les extraits à tout moment quand ils en ressentaient le besoin, afin de réaliser la tâche demandée le mieux possible et d'être sûr de leur classement. Au fur et à mesure de leur écoute, les participants devaient déplacer les pastilles afin de former des groupes. Ils pouvaient faire un nombre de groupes à leur convenance, et chaque groupe pouvait contenir autant d'extraits qu'ils le souhaitaient. Les résultats d'un sujet à l'autre se sont avérés être relativement différents en terme de groupement notamment.

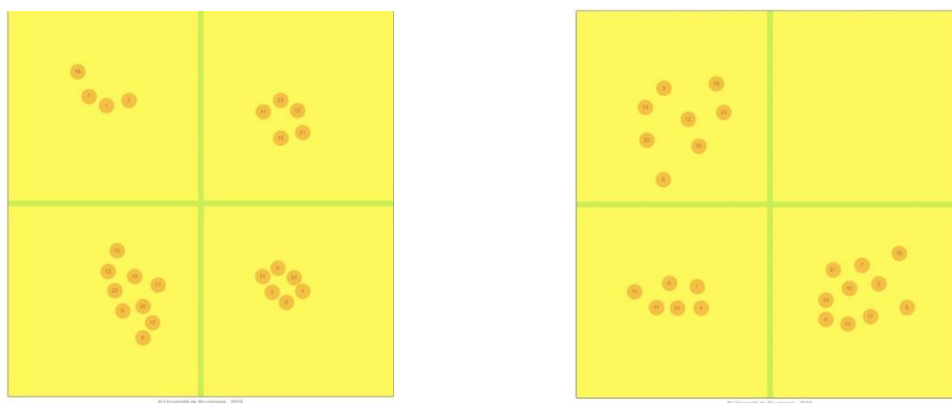


Figure 113 : Exemples de classements réalisés par deux enfants sourds implantés du groupe expérimental.

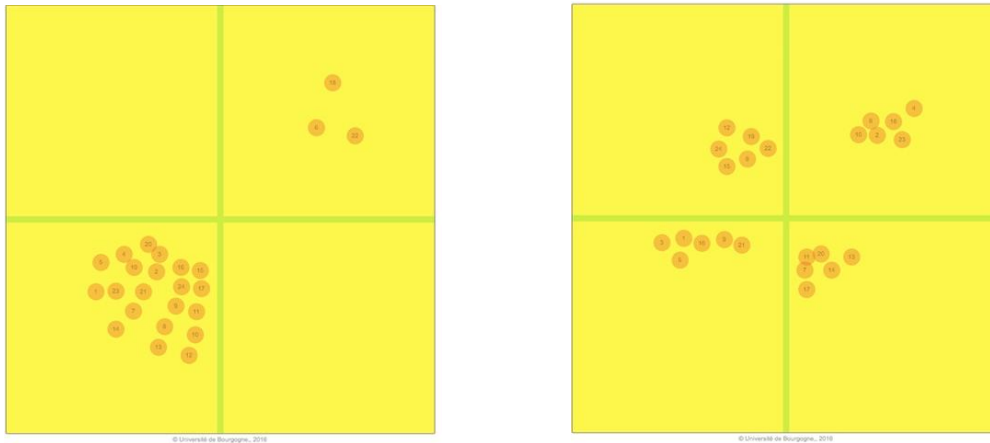


Figure 114 : Exemples de classements réalisés par deux enfants normo-entendants du groupe contrôle.

Nous avons rencontré des classements divers : le nombre de groupes pouvant varier entre 2 et 9 selon les sujets. Bien que le plus grand nombre ait réalisé 4 groupes distincts.

Après avoir finalisé l'expérimentation, nous demandions aux sujets d'exprimer leurs ressentis. Concernant les enfants sourds, la plupart ont eu besoin de commenter leurs actions et d'exprimer leurs émotions spontanément : « Cette musique me fait penser aux méchants dans *Star Wars* » (Aydane, 8 ans) ou encore « J'imagine être en haut de cette colline où tout est calme et paisible » (Anaïs, 12 ans). La plupart des enfants sourds ont eu besoin d'associer à leur écoute une information visuelle ou une émotion. La question est de savoir si c'est la musique contemporaine qui suscite ce type de lien ou bien plus précisément la texture. Nous verrons dans nos résultats et dans notre discussion si nous aurons des éléments de réponses à cette question. Nous avons pu collecter un grand nombre de réponses selon les sujets : 49 chez les enfants et 30 chez les adultes. Nous détaillerons dans un second temps cette dernière population.

Nous avons émis l'hypothèse que la musique contemporaine serait plus porteuse de sens et d'émotions pour les enfants sourds que la musique « tonale ».

3.2. Résultats

3.2.1. Le groupe expérimental

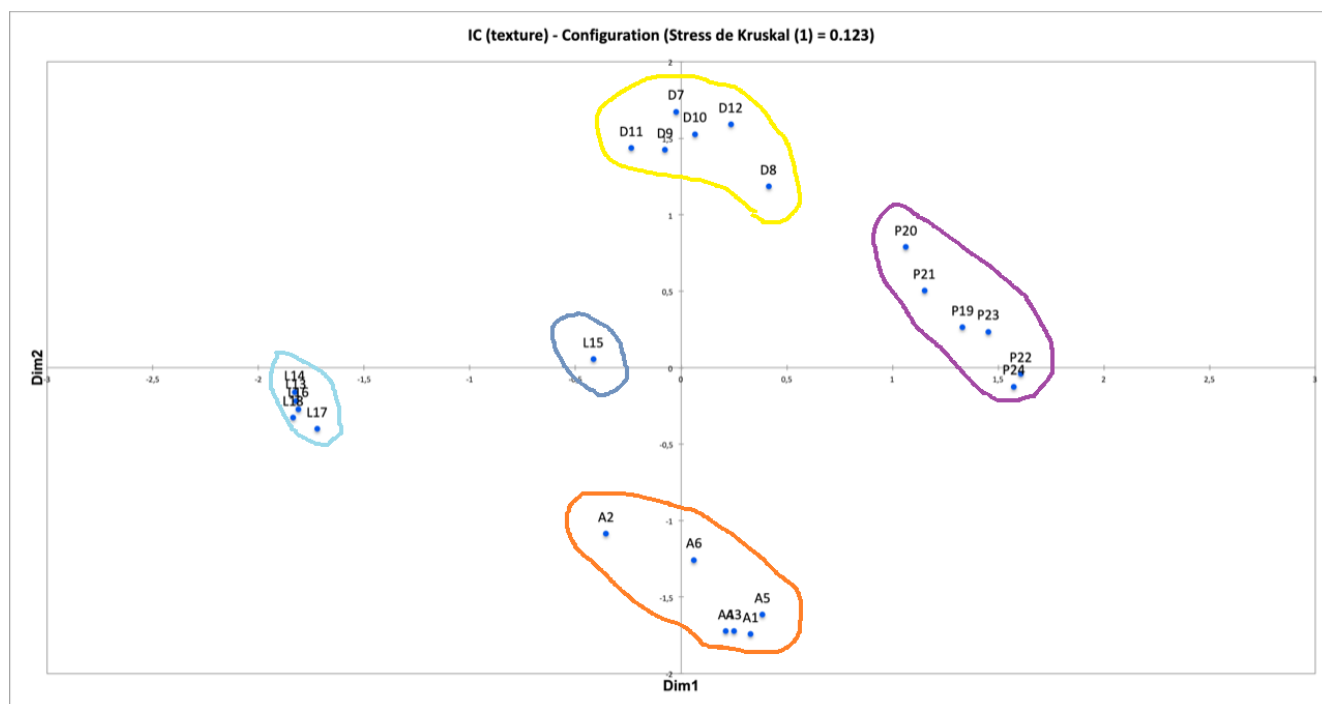


Figure 115 : MDS des enfants sourds implantés (cooccurrence)

Pour analyser les résultats, nous avons utilisé la méthode de *Multidimensional scaling* (MDS) afin de pouvoir visualiser les similarités dans les données. Deux méthodes de MDS ont été utilisées : la première se base sur un algorithme qui calcule les distances entre les pastilles et la deuxième se base sur une matrice de cooccurrence relevée manuellement. Il nous est apparu nécessaire de vérifier l'efficacité de l'algorithme avec cette seconde analyse.

La MDS est une méthode couramment employée dans les études sur les émotions notamment. Nous pensons à l'étude d'Emmanuel Bigand et collaborateurs, *Multidimensional scaling of emotional responses to music : the effects of musical expertise and of the duration of the excerpts* (2005).⁵²⁹

⁵²⁹ BIGAND Emmanuel, VIEILLARD Sandrine, MADURELL François, MAROZEAU Jeremy, DACQUET Alice, « Multidimensional scaling of emotional responses to music: the effects of musical expertise and of the duration of the excerpts », *Cognition and Emotion*, Vol. 19, n°8, 2005, p. 1113-1139.

Pour commencer, nous constatons un classement remarquable chez ces enfants que ce soit avec la MDS à partir de données relevées à la main (fig. 115) et la MDS réalisée à partir de l'algorithme de calcul des distances (fig. 116). Les différentes textures entendues sont très bien discriminées et classées. Que ce soit dans la MDS relevée à la main ou celle réalisée à partir de l'algorithme de calcul des distances, les textures denses sont bien opposées aux textures aérées sur l'axe 2. Les textures lisses sont opposées aux pulsées sur l'axe 1. Dans la MDS relevée à la main seul un extrait est isolé (L15 *Wer* de Haas) et dans celle produite à partir de l'algorithme, nous remarquons que seul D10 (Reynolds *Myths*) est isolé. Cette différence provient de la façon de calculer les MDS, c'est un artefact des méthodes.

Sur la MDS (figure 115), les textures lisses sont les mieux regroupées, à part l'extrait L15 (*Wer* de Haas) qui est éloignée de toutes les textures représentées. Concernant les textures aérées, les extraits A1-A3-A4-A5 sont parfaitement classés (*Chinese Opera* d'Eotvös, les *Lachenmann* et *Gruppen* de Stockhausen). *Piano and orchestra* de Feldman (A2) apparaît légèrement plus distant des autres, tout comme *Tree Lines* de Takemitsu (A6), mais dans un degré moindre. Les textures denses sont fort bien regroupées également. Cependant, l'extrait D8 se détache très légèrement des autres : *Extenso* de Dusapin. Quant aux textures pulsées, très bien groupées, *Repons* de Boulez semble se rapprocher des extraits denses.

Si nous comparons ces mêmes réponses avec la MDS ci-dessous (calcul mathématique des distances entre chaque pastille), nous pouvons remarquer 4 groupes distincts également. Néanmoins, avec cette MDS, dans les textures denses, l'extrait D10, *Myths* de Reynolds se détache significativement du groupe.

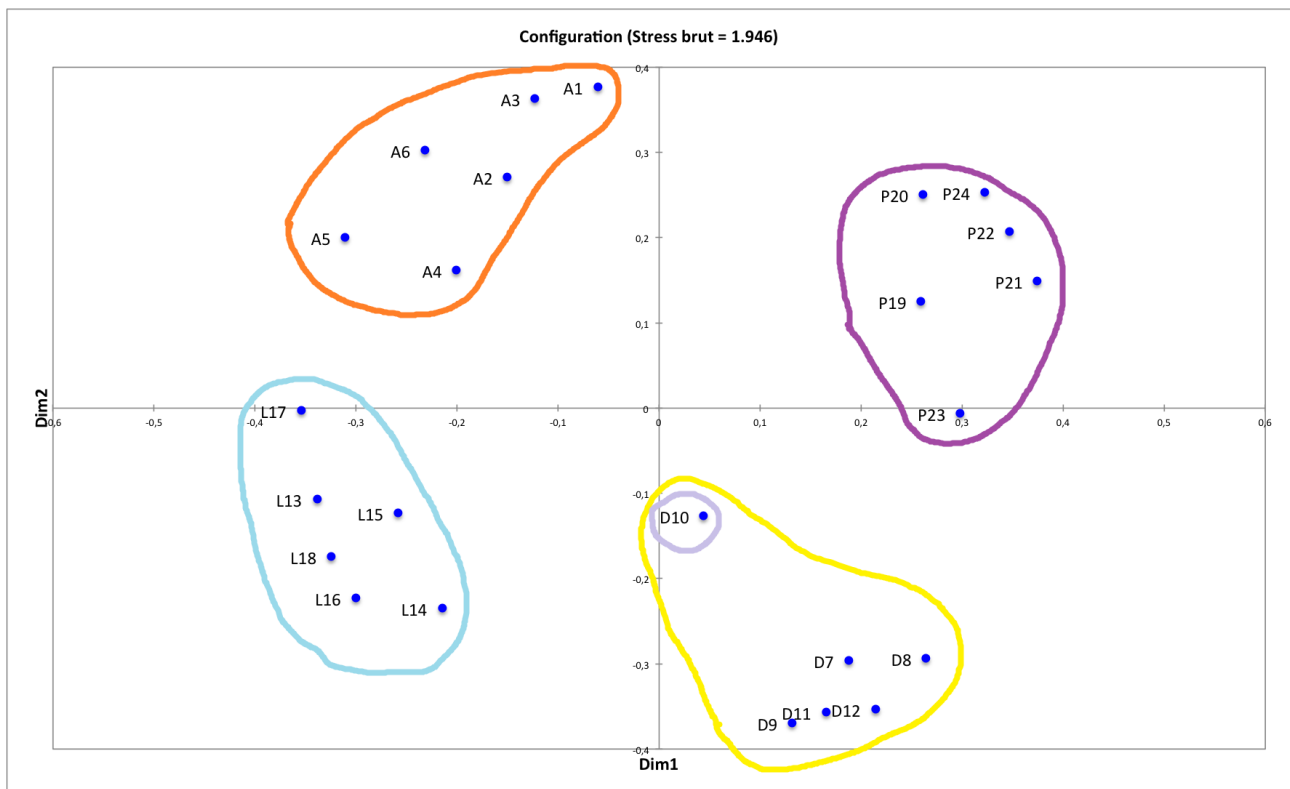


Figure 116 : MDS des enfants sourds implantés (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

Au vu de tous ces résultats, nous pouvons affirmer que les enfants sourds implantés sont tout à fait capables de différencier des textures à partir de musiques contemporaines.

Nous avons proposé cette expérimentation auprès d'enfants normo-entendants qui constituent notre groupe contrôle. Nous supposons que ces derniers seront encore plus performants pour classer ces textures.

3.2.2. Le groupe contrôle

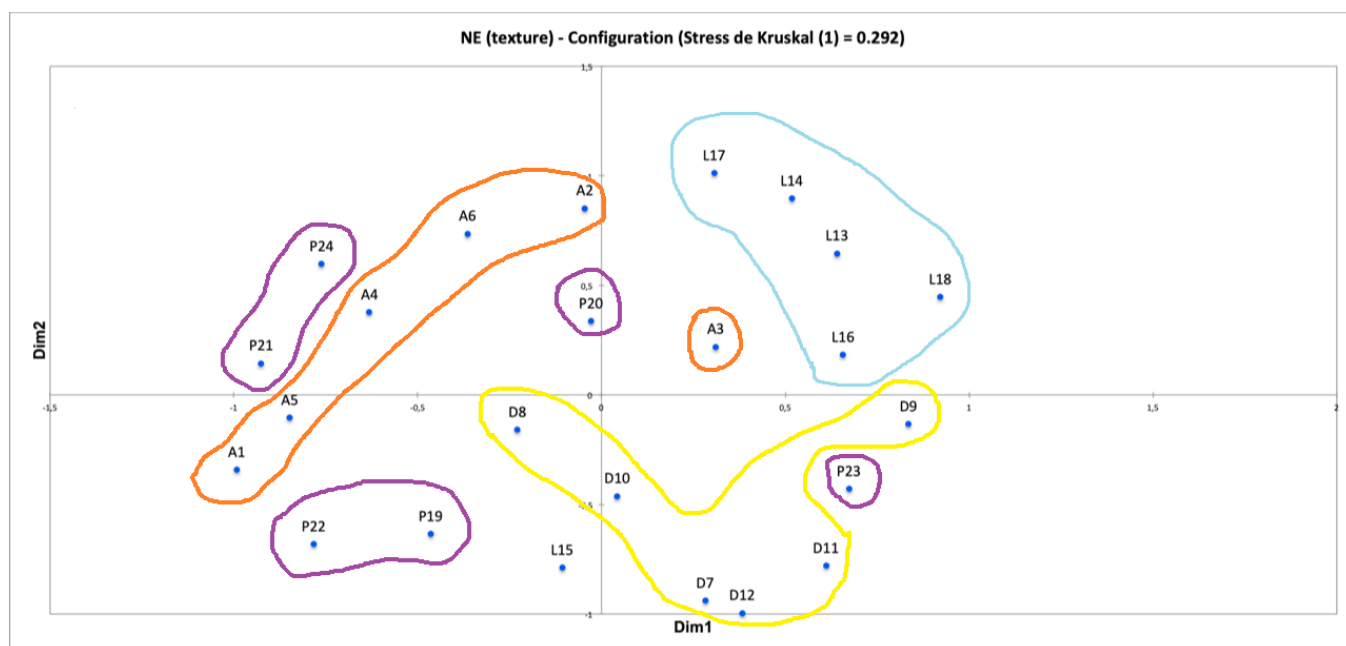


Figure 117 : MDS des enfants normo-entendants (cooccurrence).

La MDS (fig. 117) nous montre une classification étonnamment beaucoup moins nette que celle des enfants sourds IC.

Nous pouvons remarquer que les extraits ayant une texture lisse sont les mieux classés tout comme chez les enfants sourds, avec *Wer* de Haas (L15) qui se retrouve également isolé. Ici, il est classé entre des textures denses et pulsées. Les impulsions apériodiques et le registre grave propre à cet extrait semblent avoir déstabiliser les enfants. Les textures pulsées sont quant à elles éclatées, tantôt au milieu des aérées, tantôt proches des denses. *Rituels* de Boulez (P21) cohabite près du *Concerto de chambre* de Ligeti (P24) tout près des textures aérées. *Repons* de Boulez (P20) est au carrefour de deux textures aérées (A2, *Piano and orchestra* de Feldman et A3, *Mouvement* de Lachenmann) et d'une texture dense (D8, *Extenso* de Dusapin).

Le groupement des textures denses est plus cohérent, même si l'extrait P23 est classé parmi elles (*Wer* de Haas pulsée).

Pour essayer de comprendre la confusion entre les textures que l'on a pu constater chez les enfants normo-entendants, nous avons réécouté attentivement les stimuli. Il s'avère que sur l'axe

horizontale, les enfants ont regroupé à gauche des extraits avec des attaques rapides (beaucoup de sons de percussions) et à droite des extraits avec sons aigus ayant des attaques lentes. Sur l'axe vertical, il semble que les enfants aient fait leur regroupement sur la base de la brillance du timbre et sur la dissonance. Les extraits les plus en haut ont tendance à avoir un timbre plus clair et contenant moins de dissonances, alors que ceux placés en bas, sont plus sombres et plus dissonants.

Tous ces résultats chez les enfants nous conduisent à nous intéresser aux résultats chez les adultes NE musiciens vs non musiciens.

3.2.3. Participants adultes

Cette expérimentation a été menée par une étudiante en musicologie dans le cadre de son mémoire de master 1.⁵³⁰ Chloé Beyrand a utilisé notre corpus musical, afin de les corréler aux émotions.

Pour cette expérience, elle a sélectionné 30 sujets : 15 musiciens et 15 non musiciens, le nombre de femmes et d'hommes étant sensiblement le même et tous ses sujets ont entre 20 et 40 ans.

Nous entendons par « musicien », un sujet ayant effectué au moins 6 années de pratique et de formation musicale encadrées par des professionnels (conservatoire, école de musique). Concernant nos sujets non musiciens, ils devaient ne jamais avoir reçu de formation musicale par un professionnel ni être un musicien autodidacte.

⁵³⁰ BEYRAND Chloé, « Comment sont véhiculées les émotions dans la texture de la musique contemporaine? », Mémoire de Master 1 sous la direction de Philippe Lalitte, 2016.

3.2.3.1. Résultats

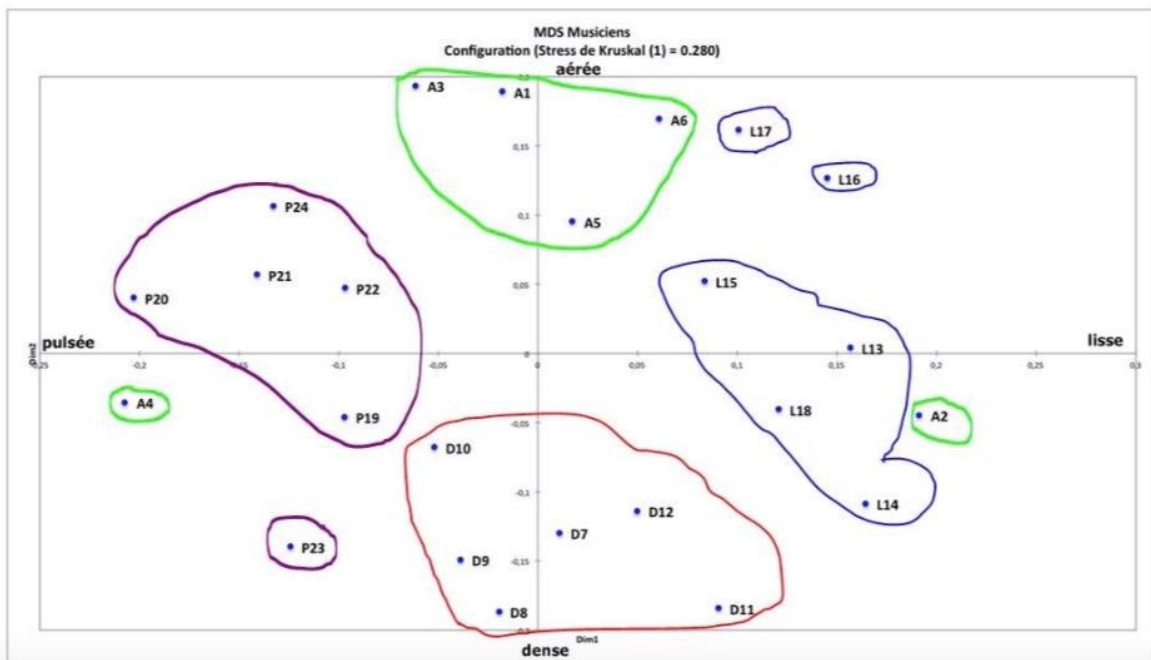


Figure 118 : MDS des adultes normo-entendants musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

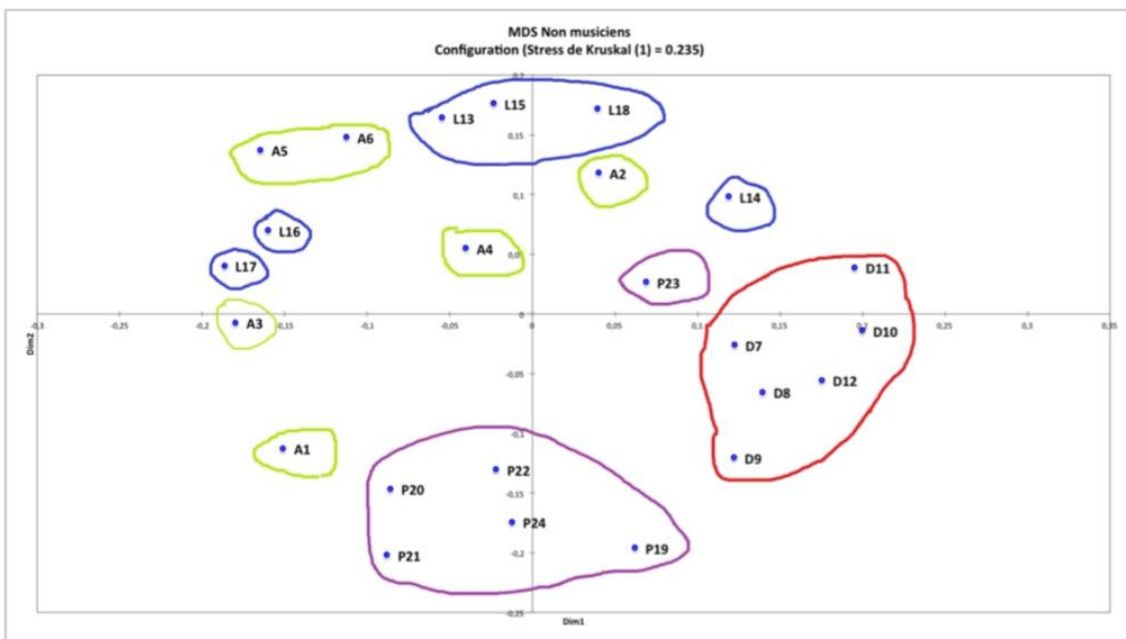


Figure 119 : MDS des adultes normo-entendants non-musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

Chez les musiciens, nous pouvons constater un bon classement des différentes textures, un

classement cohérent (cf. groupements de couleurs).

Chez les non-musiciens, les résultats sont moins bons. Ils classent bien les textures pulsées et denses alors que le classement des textures aérées et lisses n'est pas réussi. Nous pouvons rapprocher ces résultats avec ceux des enfants normo-entendants.

Nous remarquons que ce sont les extraits correspondants à la texture dense qui ont été correctement perçus par les deux groupes de participants. De même, mais de façon moindre, la texture pulsée a plutôt bien été reconnue par les deux groupes, par contre, aucun des deux groupes n'ont intégré l'extrait P23 (*Wer wenn ich schriee* de Friedrich Haas) dans une texture significative pour eux, ce qui pourrait expliquer son isolement. La texture aérée n'a pas toujours été bien perçue, certains extraits sont assez dispersés, surtout chez les non musiciens. De la même manière, la texture lisse n'a pas toujours été bien perçue, surtout les extrait L16 (*Lontano* de György Ligeti) et L17 (*Le lac* de Tristan Murail) qui ont plutôt été regroupés avec les extraits correspondants à la texture aérée.

Au vu de l'ensemble de ces résultats, nous avons entrepris une autre expérimentation avec les enfants où il s'agissait de classer des extraits musicaux en fonction de leur contenu émotionnel : la gaieté, la colère, la sérénité et la tristesse.

Notre principale hypothèse serait de voir si les enfants normo-entendants seraient meilleurs dans cette tâche, puisque nous avons utilisés des musiques tonales cette fois-ci. Est-ce que les enfants sourds implantés seront tout aussi performants également ? Sachant que la perception de la hauteur est plutôt déficitaire, même avec un implant cochléaire.

4. Expérimentation n°2 : Représentation émotionnelle des textures chez l'enfant sourd implanté

4.1. Méthode

4.1.1. Participants

Cette étude a été menée auprès de 58 enfants dont 27 enfants sourds implantés, scolarisés au CEOP à Paris, et auprès de 8 enfants normo-entendants scolarisés à Chambœuf et de 23 enfants normo-entendants à l'école élémentaire de Gevrey en Côte d'Or. Les enfants sont âgés de 5 à 12 ans répartis en deux groupes distincts.

4.1.1.1. Le groupe expérimental

Le groupe expérimental est composé de 27 enfants sourds dont 14 garçons et 13 filles âgés de 5 à 12 ans. 17 enfants ont participé à l'expérimentation précédente. Tous présentent une surdité congénitale profonde. Les enfants sont répartis en primaire du CP au CM2. 12 enfants portent un implant cochléaire et une prothèse controlatérale, 15 sont bi-implantés. 20 enfants ont été implantés avant l'âge de 2 ans (implantation pré-linguale). Ils ont tous bénéficié d'une éducation auditive dès leur plus jeune âge dispensée par des orthophonistes. Les conditions restent identiques à la première expérimentation : les enfants ont donc suivi au moins un an des séances de musique hebdomadaire avec un professeur spécialisée pour enfants sourds et musicienne, pour les plus jeunes, et 5 ans pour les plus âgés. Pour rappel, le projet de cet établissement est bilingue.

4.1.1.2. Le groupe contrôle

Ce groupe est composé de 31 enfants Normaux-entendants (16 garçons et 15 filles), âgés de 6 à 12 ans, scolarisés en primaire du CP au CM2, mais cette fois-ci dans deux écoles différentes. A la discrétion des professeurs des écoles et en accord avec les programmes de l'éducation nationale, les enfants pouvaient bénéficier d'un temps musical de 45mn à 1h30 par semaine.

4.1.2. Matériel

L'expérience a été réalisée sur un ordinateur portable muni de haut parleurs de très bonne qualité au sein des deux établissements différents : au CEOP ainsi que dans les écoles élémentaires de Chambœuf et Gevrey. Les fichiers audio sont de qualité 44 100 Hz, 16 bit, extraits de CD commercialisés. Le programme est réalisé avec Max MSP tournant avec Max Runtime.

4.1.2.1. Matériel musical

Nous avons utilisé 24 extraits de musique classique instrumentale avec les mêmes textures que l'expérimentation précédente, à savoir des textures denses, pulsées, aérées et lisses, corrélées cette fois-ci à quatre émotions fondamentales : la colère, la gaieté, la peur et la sérénité. La durée de chaque extrait est d'environ 15 à 20 s, recouvrant la période de la Renaissance au début du XX^{ème}.

- **TEXTURE DENSE :**

- **La colère :**

- Ludwig van Beethoven, *Symphonie n° 6, « Pastorale »*, 4e mouvement, Wiener Philharmoniker dirigé par Simon Rattle.
- Modeste Moussorgski, *Les tableaux d'une exposition, Gnomus*, orchestre de la Suisse Romande dirigé par Ernest Ansermet.
- Richard Strauss, *Tod und Verklärung*, SWR Stuttgart Radio Symphony Orchestra dirigé par Sergiu Celibidache.

- **La gaieté :**

- Maurice Ravel, *Rapsodie espagnole*, Berliner Philharmoniker dirigé par Pierre Boulez.
- Hector Berlioz, *Symphonie Fantastique*, 2e mouvement « un bal », le Sinfonieorchester des Bayerischen Rundfunks dirigé par Mariss Jansons.
- Ludwig van Beethoven, *Symphonie n°4*, 4e mouvement, Wiener Philharmoniker

dirigé par Simon Rattle.

- **TEXTURE PULSÉE:**

- **La colère :**

- Franz Liszt, *Totentanz*, Nelson Freire au piano, Dresdener philharmoniker dirigé par Nelson Freire.
- Igor Stravinski, *le Sacre du Printemps, Premier tableau : L'Adoration de la terre : Jeux des cités rivales*, The Cleveland Orchestra dirigé par Pierre Boulez.
- Sergueï Prokofiev, *Suite Scythe*, City of Birmingham Symphony Orchestra dirigé par Simon Rattle.

- **La gaieté :**

- Jean-Sébastien Bach, *Concerto Brandebourgeois n°5, 1er mouvement Allegro*, dirigé par Gustav Leonhardt.
- Rodrigo Martinez, *Villancio Foli*, Hesperion XX dirigé par Jordi Savall.
- Ludwig van Beethoven, *Octuor à vents en mib majeur op.103*, Quintette de l'orchestre Philharmonique de Berlin.

- **TEXTURE AÉRÉE :**

- **La sérénité :**

- Wolfgang Amadeus Mozart, *Quintette pour piano et vents k.452, Largo*, Brian Pollard (basson), George Pieterse (clarinette), Vicente Zarzo (cor), Han de Vries (hautbois), Radu Lupu (piano).
- Franz Liszt, *Concerto pour piano n°1, 2e mouvement Quasi Adagio*, Martha Argerich (piano), London Symphony Orchestra, dirigé par Claudio Abbado.
- Robert Schumann, *Kreisleriana, op.16*, Wilhelm Kempff (piano).

- **La tristesse :**
 - Béla Bartók, *Musique pour cordes percussions et célesta*, 3e mouvement, Chicago Symphony Orchestra dirigé par James Levine.
 - François Couperin, *Pièces de viole avec la basse chiffrée* (1728), *Suite n°1*, Mikko Perkola (viole de gambe), Aapo Häkkinen (harpe), *Prélude*.
 - Wolfgang Amadeus Mozart, *Concerto pour piano et orchestre n°23 en La Majeur* K. 488, *Adagio*, Clara Haskil (piano), Wiener Symphoniker dirigé par Paul Sacher.

- **TEXTURE LISSE :**
 - **La sérénité :**
 - Alexandre Borodine, *Dans les steppes de l'Asie centrale*, USSR Symphony Orchestra dirigé par Sveltanov,
 - Claude Debussy, *Prélude à l'après-midi d'un faune*, South West German Sinfonieorchester vf Baden-Baden und Freiburg dirigé par Sylvain Cambreling,.
 - Richard Wagner, *Parsifal, Acte 3 final*, Berliner Philharmoniker dirigé par Herbert von Karajan.

 - **La tristesse :**
 - Gustav Malher, *Symphonie n°5, Adagietto*, Berliner Philharminiker dirigé par Herbert von Karajan.
 - Richard Wagner, *Tristan et Isolde, Prélude*, Wiener Philharmoniker dirigé par Georg Solti.
 - John Dowland, *Go Crystal Tears, Concerto di Viole*, Andreas Scholl (Contre ténor), Julian Behr (Luth).

La difficulté pour créer ce corpus musical a résidé dans le fait de réussir à corrélérer nos 4 textures avec chacune des émotions choisies : un extrait musical ayant une texture lisse corrélée à la

tristesse semble assez évident à faire correspondre, tandis que de trouver un extrait musical avec cette même texture pour exprimer la colère nous a véritablement posé problème. Après plusieurs tentatives infructueuses nous avons pris la décision de partir plutôt des émotions en associant des textures évidentes qui émaneraient naturellement du caractère émotionnel des pièces sélectionnées.

Ainsi, la colère suggère plutôt des extraits musicaux avec une texture dense ou pulsée tout comme la gaieté, deux émotions ayant une dynamique positive ; tandis que la sérénité et la tristesse, ayant une dynamique négative, seront plutôt corrélées avec des textures lisses et aérées.

Pour pallier à cette contrainte, nous avons essayé dans la mesure du possible de varier les ensembles instrumentaux au sein de chaque émotion et texture : par exemple, la sérénité avec une texture aérée sera tout autant représentée par un grand orchestre chez Liszt, un quintette pour piano et vents chez Mozart et un instrument seul (le piano) chez Schumann.

Nous espérons que nos résultats ne seront pas trop influencés par ces contraintes.

Voici un tableau récapitulatif des extraits musicaux choisis pour cette expérimentation :

1	AS	Liszt : <i>Concerto pour piano n° 1, 2^e mouvement Quasi adagio</i> , Martha Argerich, piano, London Symphony Orchestra, dir. C. Abbado (à 0'36),
2	AS	Mozart : <i>Quintette pour piano et vents K. 452, 1^{er} mouvement, Largo</i> , Brian Pollard (basson), George Pieteron (clarinette), Vicente Zarzo (cor), Han de Vries (hautbois), Radu Lupu (piano), (à 0.00)
3	AS	Schumann : <i>Kreisleriana op. 16, n° 6</i> , Wilhelm Kempff
4	AT	Bartók : <i>Musique pour cordes, percussion et célesta, 3^e mouvement</i> , Chicago Symphony Orchestra, James Levine
5	AT	Couperin : <i>Pièces de violes avec la basse chiffrée (1728), Suite n° 1, Prélude</i> , Mikko Perkola (viola da gamba), Aapo Häkkinen (harpsichord),
6	AT	Mozart : <i>Concerto pour piano et orchestre n°23, adagio</i> , Clara Haskil (piano), Paul Sacher (dir.), Wiener Symphoniker
7	DC	Beethoven : <i>Symphonie n° 6, 4^e mouvement</i> , Simon Rattle (dir.), Wiener Philharmoniker
8	DC	Moussorgski : <i>Tableaux d'une exposition, Gnomus</i> , Orchestre de la

		Suisse Romande, (dir.) Ernest Ansermet (à 3'15)
9	DC	Strauss : <i>Mort et transfiguration</i> (à 7'), Sergiu Celibidache (dir.) SWR Stuttgart Radio Symphony Orchestra
10	DG	Beethoven : Symphonie n° 4, 4e mouvement, Wiener Philharmoniker, dir. Rattle
11	DG	Berlioz : <i>Symphonie fantastique, 2e mouvement Un bal</i> , Symphonieorchester des Bayerischen Rundfunks, dir. Mariss Jansons (à 5')
12	DG	Ravel : <i>Rapsodie espagnole</i> , Berliner Philharmoniker, dir. Boulez (à 5'20)
13	LS	Borodine : <i>Dans les steppes de l'Asie centrale</i> , USRR Symphony Orchestra, E. Svetlanov (début)
14	LS	Debussy : <i>Prélude à l'après-midi d'un faune</i> , SWR Sinfonieorchester Baden-Baden und Freiburg, dir. S. Cambreling (début)
15	LS	Wagner : <i>Parsifal, Acte 3 final</i> , Berliner Philharmoniker, dir Karajan
16	LT	Dowland : <i>Go Crystal Tears, Concerto di Viole</i> , Julian Behr (Luth), Andreas Scholl contreténor (début)
17	LT	Mahler : <i>Symphonie n° 5, adagietto</i> , Berliner Philharmoniker, dir. Karajan (à 2'32)
18	LT	Wagner : <i>Tristan et Ysolde, Prélude</i> , Wiener Philharmoniker, dir. G. Solti (début)
19	PC	Liszt : <i>Totentanz</i> , Nelson Freire, piano, Dresdener philharmoniker (début)
20	PC	Prokofiev : <i>Suite Scythe</i> , City of Birmingham Symphony Orchestra, dir. S. Rattle
21	PC	Stravinski : <i>Le sacre du printemps, Jeux des cités rivales</i> , The Cleveland Orchestra, dir. P. Boulez
22	PG	Bach : <i>Concerto brandebourgeois n° 5, 1^{er} mouvement allegro</i> , dir. G. Leonhardt, (début)
23	PG	Beethoven : <i>Octuor à vents en mib majeur op. 103</i> , Quintette de l'orchestre Philharmonique de Berlin,
24	PG	Rodrigo Martinez : <i>Villancio Foli</i> , Hesperion XX, dir. J. Savall

Tableau 3 : Liste des œuvres,

A = aéré, D = dense, L = lisse, P = pulsé, S = serein, T = triste, G = gai, C = colérique.

4.1.3. Procédure

Nous avons présenté à l'ensemble des enfants cette nouvelle expérimentation de la même manière que l'expérimentation précédente : une lecture de la tâche à réaliser (ce que vous pouvez lire à droite de la capture d'écran ci-dessous) avec explication complémentaire si nécessaire. La procédure étant identique à l'expérimentation précédente, il ne nous apparaît pas nécessaire de la détailler à nouveau ici. Par contre, il est important de souligner qu'à la différence de la première expérimentation, l'écran de démarrage n'est pas divisé en quatre parties.

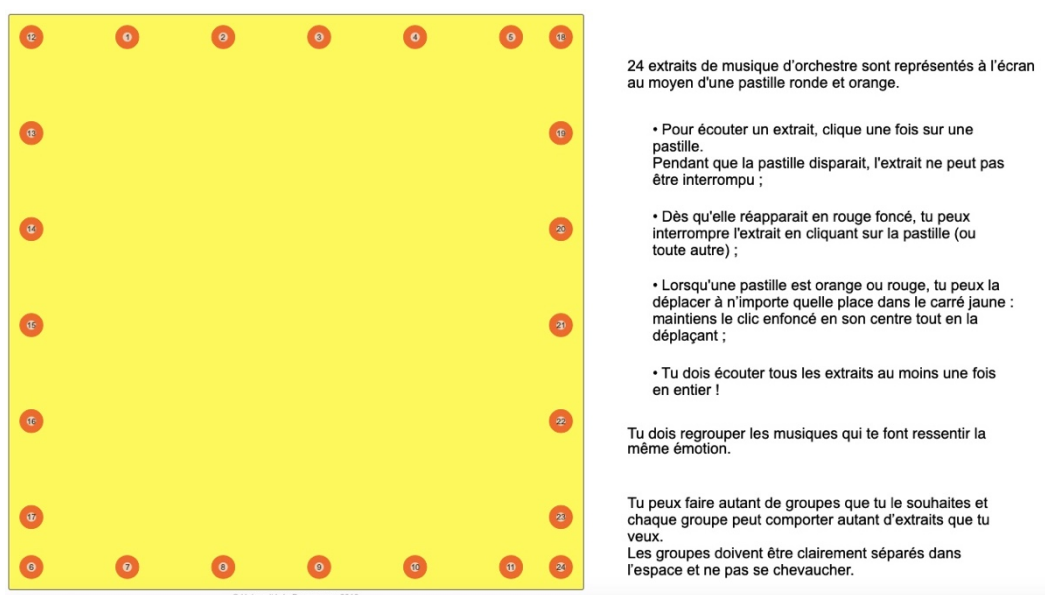


Figure 120 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).

Ainsi, les sujets devaient classer les 24 extraits musicaux entendus en fonction des émotions qu'ils véhiculaient.

4.2. Résultats

4.2.1. Le groupe expérimental

De prime abord, nous pouvons observer que les enfants IC obtiennent des résultats moins pertinents que pour le classement des textures. Cependant l'énergie, la dynamique, sont clairement identifiées car ils séparent d'un côté, les gais et les colériques, et de l'autre les tristes et les sereins à partir d'extraits de musique tonale, sauf pour le 21 PC (*Le Jeu des Cités Rivales* dans *Le Sacre du Printemps* de Stravinski) dont nous reparlerons après.

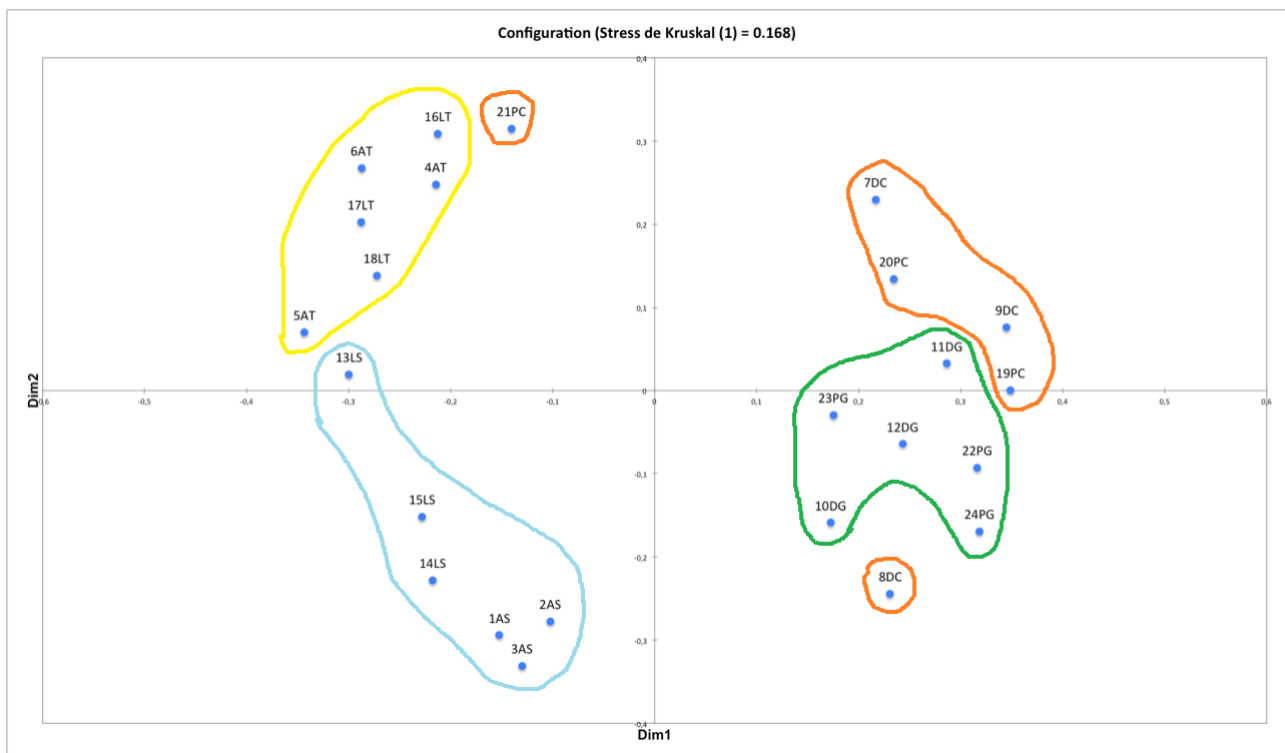


Figure 121 : MDS des enfants IC (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille). L'axe 1 correspond à la dynamique/énergie positive (rythme, percussion, intensité forte et timbre clair) et l'axe 2 correspond à la valence positive (tempo vif, très rythmé, dynamique forte).

Par rapport au classement des émotions, ils séparent significativement les sereins et les tristes mis à part le 5 AT (Couperin) et le 13 LS (Borodine) qui sont très proches sur la MDS, alors que les gais et les colériques sont bien moins distingués. Ce qui est tout à fait remarquable sachant que pour le plus grand nombre, ce sont très souvent les extraits gais et colériques qui sont les mieux reconnus.

Sur l'axe horizontal (axe 1), *Totentanz* de Liszt (19 PC) a la dynamique la plus forte pour cette population, tandis que *la Suite n°1* de Couperin (5 AT), la dynamique la plus faible. La perception de la texture semble être regroupée en deux grands groupes : d'une part les textures denses et pulsées et d'autre part les textures lisses et aérées, renvoyant aux limites de notre élaboration pour ce corpus.

Comme expliqué dans le matériel musical choisi, lorsque nous avons créé et choisi les extraits musicaux qui composent cette expérimentation, nous nous sommes retrouvés face à la difficulté de faire corrélérer nos quatre types de textures (dense, pulsée, aérée et lisse) à chacune des émotions sélectionnées (la sérénité, la gaieté, la colère et la tristesse). Trouver un extrait musical colérique ayant une texture lisse nous a plongé dans l'embarras de même qu'un extrait musical serein avec une texture pulsée. Au lieu de partir des textures pour construire notre matériel musical émotionnel, nous sommes plutôt parti des émotions engendrées par la musique pour faire correspondre nos textures. C'est pourquoi nous retrouvons dans ces résultats, la colère et la gaieté regroupées avec des textures denses et pulsées, la sérénité et la tristesse avec des textures lisses et aérées. Malgré les limites de ce matériel, ces résultats suggèrent chez ces enfants, une sensibilité particulière pour percevoir la texture et s'en servir afin de séparer en deux groupes distincts des extraits musicaux ayant des dynamiques opposées.

Nous remarquons que deux pièces musicales sont isolées : la 11 DG (*Le Bal* de la *Symphonie Fantastique* de Berlioz) et la 8 DC (Moussorgski : *Tableaux d'une exposition, Gnomus*). *Le Bal*, relié à la gaieté, est ici classé avec les colériques. Cela pourrait s'expliquer de par le caractère entraînant et endiablé de cette pièce qui pourrait prêter à confusion. Le crescendo crée une certaine tension dramatique également. Concernant la pièce de Moussorgski, le tempo est plutôt modéré avec une progression orchestrale en tension croissante conférant un caractère sombre, inquiétant et mystérieux. Tous les éléments semblent réunis pour susciter chez l'auditeur un sentiment de colère sourde mélangée à de la peur. Pourtant, cet extrait a été classé comme gaie. Le plus surprenant reste le classement du 21 PC (*Le Jeu des Cités Rivales* dans *Le Sacre du Printemps* de Stravinski), classé parmi les tristes. Comme cette pièce a la valence la plus négative, nous aurions un début d'explication par rapport à cette incongruité.

Par rapport à la valence (axe 2, vertical), le morceau ayant la valence la plus négative est un extrait du *Sacre du Printemps* de Stravinski (21 PC) alors que *Kreisleriana* de Schumann (3 AS) est le morceau classé avec la valence la plus positive.

Après une écoute approfondie des extraits tristes vs sereins, il nous est apparu intéressant d'étudier si les enfants sourds pourraient percevoir le mode, pour mieux expliquer leur classement. Cette réflexion a abouti à une vérification systématique des modes de tous les extraits proposés :

Mode Majeur	Mode mineur	Autres
1AS, 2AS, 3AS, 4AT, 8DC, 10DG, 11DG, 12DG, 13LS, 15LS, 20PC, 22PG, 23PG, 24PG	5AT, 6AT, 7DC, 9DC, 16LT, 17LT, 21PC	14LS (chromatique), 18LT, 19PC

De prime abord, nous pouvons remarquer que le classement des extraits tristes réalisé par cette population, en se focalisant sur le mode, est plutôt cohérent : 16LT, 6AT, 5AT (mode mineur), 18LT (ambigu) et 4AT (majeur). Nous tiendrons compte du 21PC (mode mineur) classé avec les extraits tristes. De plus, concernant les extraits sereins, leur classement est meilleur encore : 13LS, 15LS, 14LS (ambigu), 1AS, 2AS et 3AS (5 sur 6 en mode majeur).

Au vu de ces observations, nous avons utilisé pour mettre en évidence cela, la méthode de Bravais Pearson. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson exprime l'intensité et le sens (positif ou négatif) de la relation linéaire entre deux variables quantitatives : on parle d'analyse de corrélation dans la littérature. Cet indice statistique assume des valeurs se situant dans l'intervalle qui va de **- 1** à **+1**. « Une valeur égale à **- 1** ou à **+1** indique l'existence d'une relation linéaire parfaite (fonctionnelle) entre ces deux variables. L'intensité de la relation linéaire sera donc d'autant plus forte si la valeur du coefficient est proche de **+1** ou de **- 1**, et d'autant plus faible si elle est proche de **0** ». ⁵³¹

531 <https://www.irdp.ch/institut/coefficient-bravais-pearson-2041.html>

Le coefficient de corrélation de Bravais Pearson se calcule à partir de la formule suivante :

$$r_{x,y} = \frac{COV_{x,y}}{s_x \times s_y}$$

Dans notre étude, le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson est égal à **- 0,67** sur la dimension 2, ce qui est significatif à **0,001**. Alors que nous obtenons le coefficient **+ 0,29** sur la dimension 1, ce qui n'est pas significatif. Cela met en valeur le fait que les enfants sourds entendent significativement le mode.

4.2.2. Le groupe contrôle

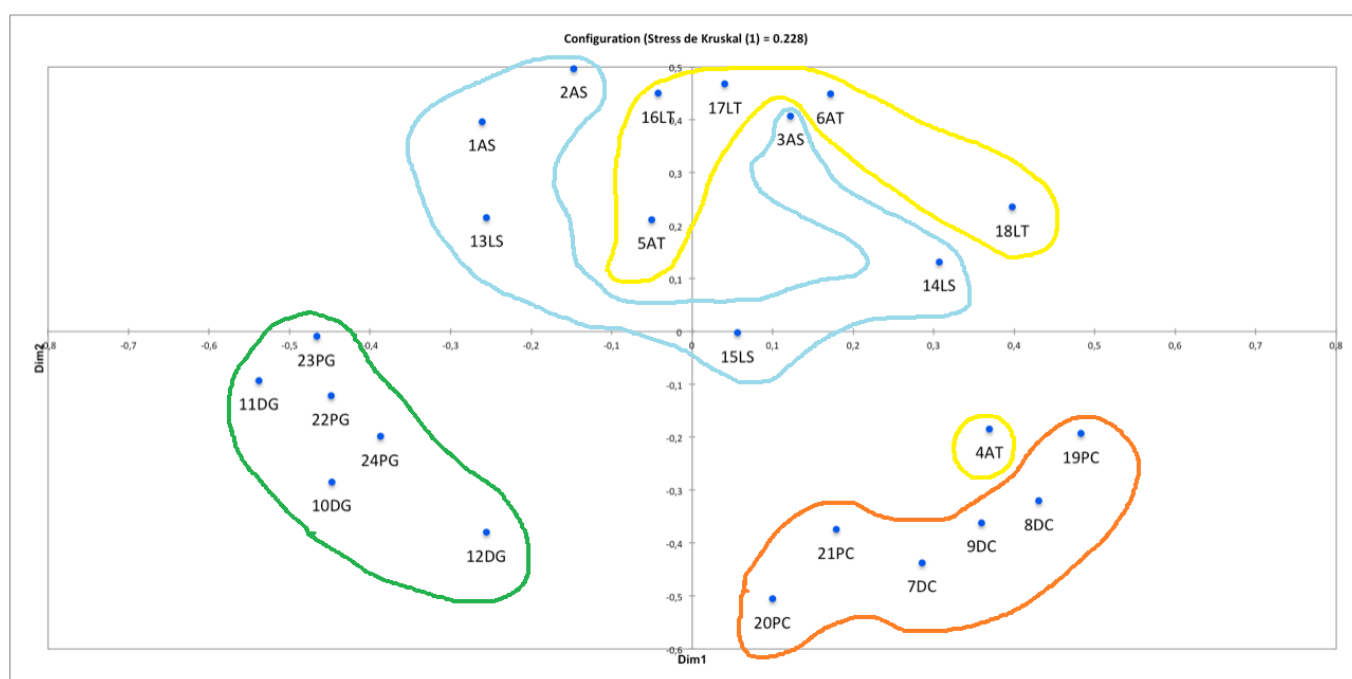


Figure 122 : MDS des enfants normo-entendants : l'axe 1 correspond ici à la valence et l'axe 2 à l'énergie.

Les pièces orchestrales sont majoritairement classées avec une dynamique positive (forte) et les pièces avec solistes, ou en duo, ou de musique de chambre sont toutes classées en dynamique négative (faible). L'extrait *Dans les steppes de l'Asie centrale* de Borodine (13LS) présente une particularité, car il n'est pas représentatif d'une œuvre orchestrale puisque nous avons fait entendre

juste le début, avec une longue pédale aux violons et le thème principal joué à la clarinette. C'est pourquoi, nous l'avons classé à deux endroits différents : d'une part, en solo/duo (correspondant à la réalité de notre extrait) et d'autre part, dans les œuvres orchestrales. Pareillement, le début du *Prélude à l'après-midi d'un faune* de Debussy présente les mêmes particularités : thème exposé aux flûtes. Nous avons classé ces deux œuvres dans la rubrique Solo/Duo pour signifier ce qui est entendu par l'auditeur, et leurs présences sont légitimes dans la rubrique orchestrale car ce sont bien évidemment deux œuvres écrites pour orchestre (entre parenthèses).

	Solo/Duo	Chambre	Orchestre
		4AT, 23PG, 24PG, 22PG	9DC, 19PC, 21PC, 8DC, 7DC, 20PC, 12DG, 10DG, 11DG
Dynamique -	16LT, 5AT, 6AT, 13LS, 3AS, 14LS	2AS	(13LS), (14LS), 15LS, 1AS, 17LT, 18LT,

Nous remarquons une claire différenciation sur l'axe 1 de la MDS entre d'une part Colère/Gai et d'autre part Serein/Triste, ainsi que sur l'axe 2 entre Gai et Colérique. Par contre, la différence entre serein et triste semble confus, même si nous pouvons noter un meilleur regroupement des extraits tristes versus sereins. Quelques pièces musicales sont isolées : la 4AT (*Musique pour cordes percussions et célesta* de Bartók) est classée avec les colériques, certainement explicable du fait que ce soit un morceau classé parmi les plus tristes avec le 18 LT (le début du *Prélude* de *Tristan et Yseult* de Wagner) et ayant la dynamique la plus forte de tous les extraits tristes. La 12DG (*Rapsodie espagnole* de Ravel) se retrouve proche des colériques probablement de par le caractère du début de la pièce.

Les enfants normo-entendants classent ici bien mieux les extraits musicaux selon les émotions. La valence positive, gai et colérique est très claire. Les tristes et les sereins sont plus confus, ils sont moins reconnus.

En comparaison avec les enfants sourds implantés, le coefficient de corrélation linéaire

Bravais Pearson chez les enfants normo-entendants sur l'axe de la valence avec le mode n'est pas significatif - **0,14**. Par contre, ils entendent le mode corrélé avec la valence - **0,45**, significatif à **0,05**. La valence est meilleure chez les normo-entendants car certainement reliée à la structure tonale également.

5. Discussion générale

Au vu des excellents résultats des enfants sourds implantés versus enfants normo-entendants pour classer des textures, nous nous sommes évertués d'essayer d'expliquer ces résultats pour mieux les comprendre. De plus, dans notre deuxième expérimentation autour des émotions, nous avons mis en évidence le fait que ces mêmes enfants sourds implantés se montraient moins performants dans cette tâche par rapport aux enfants normo-entendants. Malgré cela, ils sont tout de même capables de reconnaître le mode (majeur ou mineur) de ces pièces de manière significative.

Les MDS obtenues sur les enfants sourds implantés et normo-entendants montrent systématiquement des avantages des enfants implantés sur les normo-entendants pour la classification des textures. Ce qui est paradoxale à priori, c'est que l'on obtienne le même type de résultats avec les adultes. Cela suggère que bien qu'implantés ces enfants entendent bien les dimensions acoustiques pertinentes des textures. A ce stade, il nous apparaît primordial d'analyser au plus près certaines caractéristiques du son, grâce aux descripteurs audio. Ils vont nous permettre de mettre en évidence des caractéristiques spécifiques du signal audio. Ils ont été développés dans le domaine *Music Information Retrieval/Research (MIR)* sur la base de travaux sur le traitement de la parole et sur le timbre musical en psychoacoustique. Les descripteurs audio et leurs outils de visualisation sont de plus en plus utilisés en musicologie pour l'analyse de l'interprétation notamment ⁵³², mais aussi pour

⁵³² LALITTE Philippe, *Analyser l'interprétation de la musique du XXe siècle*, Hermann, Paris, 2015.

celle des musiques électroacoustiques.⁵³³ En psychologie cognitive, ils sont également fort pertinents.⁵³⁴ Pour le musicologue Philippe Lalitte, « Ce sont des prédicteurs de la représentation psychologique sous-jacente à une dimension musicale (le timbre, la tonalité, la structure temporelle). »⁵³⁵ Les descripteurs audio commencent à être utilisés également dans le cas de musiques populaires enregistrées. Nous pouvons citer les travaux de Philippe Gonin autour de l'album *Atom Heart Mother* des Pink Floyd⁵³⁶ et de Philippe Lalitte⁵³⁷ avec une analyse de *Heroes* de David Bowie, afin de démontrer certaines réalités musicales. Il existe aujourd'hui un grand nombre de logiciels audio (*CLAM*⁵³⁸, *Marsyas*⁵³⁹, *Psysound 3*⁵⁴⁰, *Sonic Visualiser*⁵⁴¹, *Eanalysis*⁵⁴²). Nous avons choisi *Sonic Visualiser* pour ce chapitre. Pour approfondir nos résultats obtenus dans notre première expérimentation, nous avons décidé d'utiliser également la *MIR Toolbox*.⁵⁴³ Les descripteurs audio sont fort nombreux, nous ne fournissons pas dans le cadre de ce travail une liste complète, ni une définition pour chacun d'eux. Pour cela, l'ouvrage d'Alexander Lerch, *An Introduction to Audio Content Analysis* nous semble pertinent et intéressant à consulter pour ces questions.⁵⁴⁴

Voici une liste non limitative proposée par Philippe Lalitte :

⁵³³ MALT Mikhail, « Une proposition pour l'analyse des musiques électroacoustiques de Xenakis à partir de l'utilisation de descripteurs audio », dans *Iannis Xenakis – The Electroacoustic Music / La Musique électroacoustique*, sous la direction de Makis Solomos, L'Harmattan, Paris, 2015, p. 159-198.

⁵³⁴ LALITTE Philippe, BIGAND Emmanuel, KANTOR-MARTYRUSKA Joanna et DELBÉ Charles, « On listening to atonal variants of two Piano Sonatas by Beethoven », *Music Perception*, Vol. 26, n°3, 2009, p. 223-234.

⁵³⁵ LALITTE Philippe, *op.cit.* p. 149.

⁵³⁶ GONIN Philippe, *Pink Floyd, Atom Heart Mother*, Scérén/CNDP, Paris, 2011.

⁵³⁷ LALITTE Philippe, « Outils informatiques et méthodes pour l'analyse des musiques actuelles », *Focus sur le rock en France*, Éditions Delatour France, Sampzon, 2014, p. 191-213.

⁵³⁸ <http://clam-project.org>

⁵³⁹ <http://marsyas.info>

⁵⁴⁰ <http://psysound.wikidot.com>

⁵⁴¹ <http://www.sonicvisualiser.org>

⁵⁴² <http://logiciels.pierrecouprie.fr>

⁵⁴³ LARTILLOT Olivier et TOIVAINEN Petri, « A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio », in *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.

⁵⁴⁴ LERCH Alexander, *An Introduction to Audio Content Analysis*, New York, John Wiley, 2012.

Domaine	Nom
Intensité	Root Mean Square (RMS), Loudness
Timbre	Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Inharmonicity, Odd/Even Harmonic Ratio, Spectral Centroid, Spectral Flux, Spectral Irregularity, Spectral Kurtosis, Spectral Roll-off (SRF), Spectral Sharpness, Spectral Spread, Tristimulus
Bruit	Zero Crossing Rate (ZCR), Noisiness
Dissonance	Roughness, Consonance Estimate
Hauteur	Fundamental Frequency, Pitch Saliency, Chromagram
Harmonie	Key Strength, Key Clarity, Harmonic Change Detection Function (HCDF), chord estimate
Rythme	Onset, Onset Density, Rhythm Clarity
Tempo	Beats, Bars, Tempo
Forme	Similarity matrix, Novelty, Segmentation

Figure 123 : Liste de certains descripteurs audio.⁵⁴⁵

En ce qui nous concerne, sur la figure 124 avec le cercle, nous avons choisi 16 descripteurs audio qui nous semblent les plus pertinents pour analyser la texture : le temps d'attaque du sonagramme (*Attack Time*), la pente d'attaque (*Attack Slope*), la fluctuation rythmique (*Rhythm Fluctuation*), le centroïde spectral (*Spectral Centroid*), la brillance spectrale (*Spectral Brightness*), l'étalement spectral (largeur du spectre : *Spectral Spread*), la platitude spectrale (*Spectral Flatness*), le roulement spectral (*Roll Off*), l'irrégularité spectrale (*Spectral Irregularity*), le RMS (*Root Mean Square* : l'amplitude globale du son), la rugosité (*Roughness*), le ZCR (*Zero Crossing Rate* : le nombre de passage par seconde /descripteur du bruit dans le son), le flux spectral dans le temps (*Spectral Flux*), la clarté tonale (*Key Clarity*), l'HCDF (*Harmonic Change Detection Function* : la détection des changements de l'harmonie) et le Centroïde tonal (*Chroma Centroid* : la fréquence qui ressort le plus).

⁵⁴⁵ LALITTE Philippe, *op. cit.*, p. 201.

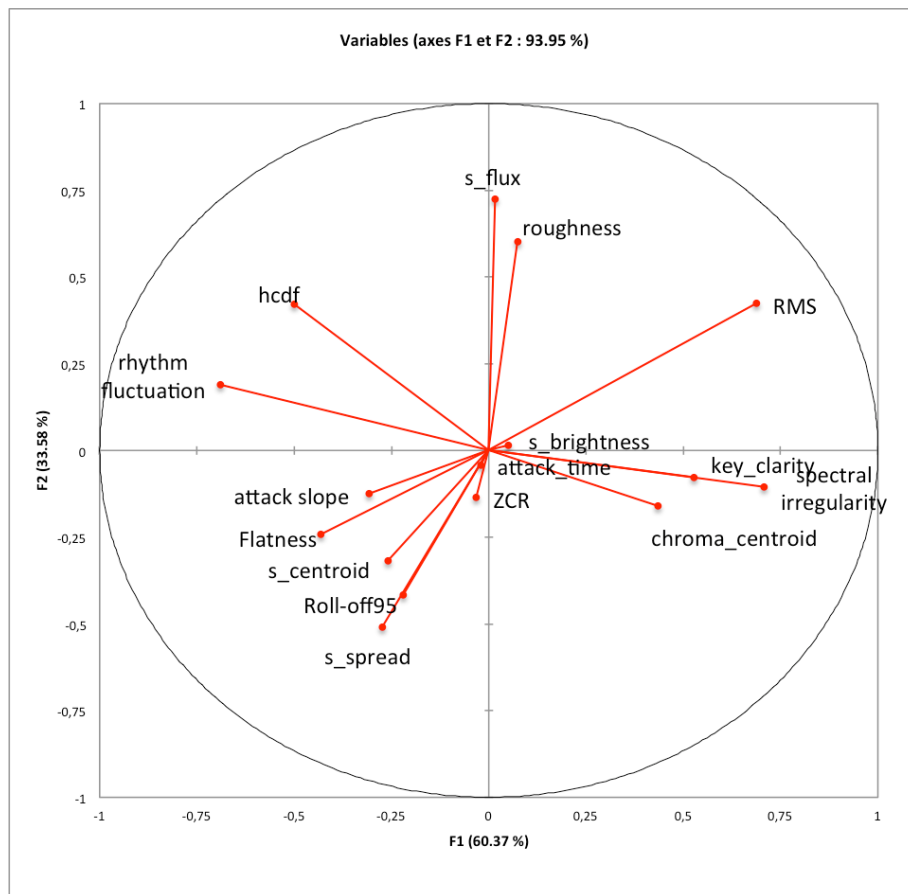


Figure 124 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.

Voici un tableau récapitulatif fondé sur neuf catégories musicales proposé par Philippe Lalitte où nous retrouvons les descripteurs cités ci-dessus :

Catégories	Descripteurs
Intensité	Root Mean Square (RMS), Loudness
Timbre	Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Inharmonicity, Odd/Even Harmonic Ratio, Spectral Centroid, Spectral Flux, Spectral Irregularity, Spectral Kurtosis, Spectral Rolloff (SRF), Spectral Sharpness, Spectral Spread, Tristimulus
Bruit	Zero Crossing Rate (ZCR), Noisiness
Dissonance	Roughness, Consonance Estimate
Hauteur	Fundamental Frequency, Pitch Saliency, Chromagram, Pitch Periodicity Flux, Tuning
Harmonie	Key Strength, Key Clarity, Harmonic Change Detection Function (HCDF), Chord estimate
Rythme	Onset, Onset Density, Rythm Clarity, Bars,
Tempo	Beats, Tempo
Structure temporelle	Similarity matrix, Novelty, Segmentation

Tableau 4 : Classification des descripteurs audio.⁵⁴⁶

⁵⁴⁶ LALITTE Philippe (2015), *op.cit.*, p. 152.

Les observations ci-dessous correspondent aux morceaux choisis dans notre première expérimentation où il s'agissait de classer les différentes textures. Nous avons fait une analyse factorielle discriminante qui permet de voir si nos variables ou nos descripteurs audio sont capables de catégoriser les observations (qui ressemblent à nos MDS).

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 1 (axe horizontal) sont : l'irrégularité spectrale, le RMS (l'amplitude globale du son), la clarté tonale. En valeur négative, ce sera surtout la fluctuation rythmique qui ressort et dans une moindre mesure le HCDF (la détection des changements de l'harmonie).

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 2 (axe vertical) sont : le flux spectral, la rugosité et dans une moindre mesure le RMS. En valeur négative, ce sera surtout la largeur du spectre et dans une moindre mesure le roulement spectral.

Ce qui suggère que les variables de timbre et d'intensité sont les plus significatives pour expliquer les regroupements des pièces dans l'analyse factorielle discriminante. On peut voir également que les pièces sont très bien regroupées en quatre groupes correspondant aux 4 textures choisies.

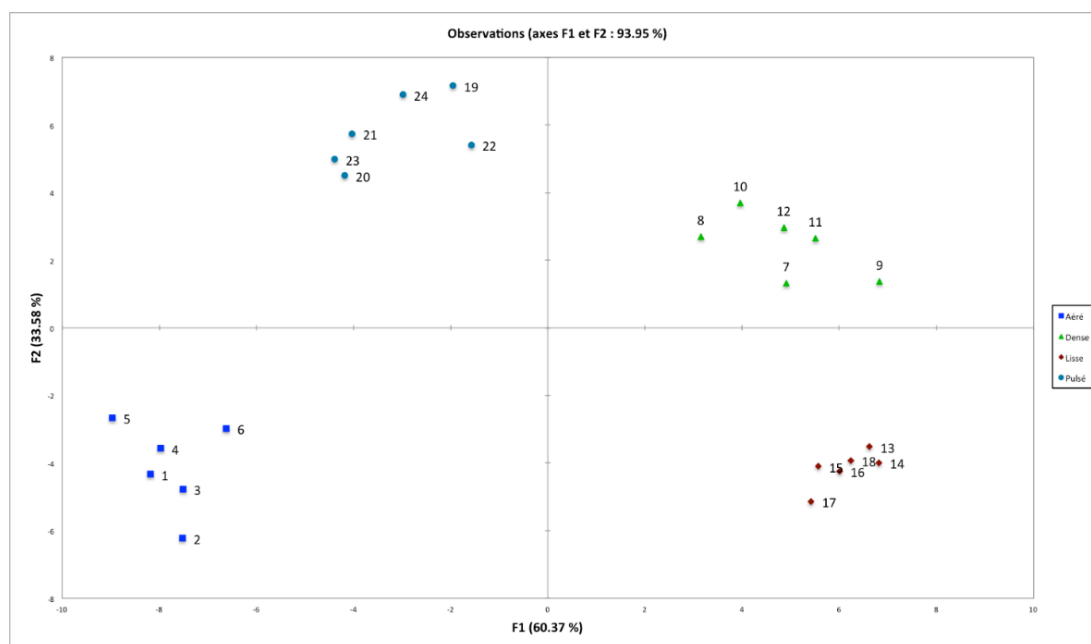


Figure 125 : Analyse factorielle discriminante avec le premier F1 (axe horizontal) F2 (axe vertical).

Sur l'axe 1, nous remarquons une opposition nette entre les textures denses et lisses d'une part et la texture aérée d'autre part. Cet écart se base sur les descripteurs audio d'intensité et de timbre et la fluctuation rythmique a permis de regrouper les textures aérées. Sur l'axe 2, nous observons une séparation claire entre la texture pulsée et les textures aérées et lisses. Ce sont surtout les descripteurs audio de timbre qui ont permis cette séparation. A titre d'exemple, les morceaux les plus représentatifs concernant la texture dense sont : *Le lac* de Murail (extrait n° 9), *Konx Om Pax* de Scelsi (extrait n° 11). Pour la texture lisse ce sera : *Partiels* de Grisey (extrait n° 14) et *Le Lac* de Murail (extrait n° 17). Concernant la texture aérée, *Gruppen* de Stockhausen (extrait n° 5), *Chinese Opera* d'Etvös (extrait n°1) et *Schwankungen* de Lachenmann (extrait n° 4) sont les plus pertinents. Pour la texture pulsée, *Multiplies* de Boulez (extrait n° 19) et *Le concerto de chambre* de Ligeti (extrait n° 24) sont les plus représentatifs. Par rapport à ces descripteurs, il est tout à fait possible que les enfants sourds aient plus utilisé les descripteurs de timbre, d'intensité et de fluctuation rythmique qu'un descripteur comme la clarté tonale qui demande des capacités fines de discriminations de fréquences.

Tous ces résultats suggèrent que dans le signal audio, les enfants sourds implantés ont des éléments pertinents qui leur permettent d'effectuer cette classification de façon tout à fait exemplaire. Les extraits denses et aérés sont les mieux catégorisés avec un pourcentage d'explication de 60,37%.

En résumé, les catégories des descripteurs audio les plus significatives, dans cette tâche de classification de textures, sont : l'intensité, le timbre, la dissonance, l'harmonie et le timbre.

Concernant l'intensité, c'est le descripteur audio RMS (*Root Mean Square* : l'amplitude globale du son) qui ressort le plus nettement. Pour le timbre, le flux spectral dans le temps (*Spectral Flux*), l'irrégularité spectrale (*Spectral Irregularity*) et la propagation spectrale (*Spectral spread*) sont les plus représentés. Le descripteur audio le plus significatif pour la dissonance est la rugosité (*Roughness*), et pour l'harmonie, le HCDF (*Harmonic Change Detection Function* : la détection des changements de l'harmonie). Quant au rythme, la fluctuation rythmique (*Rhythm Fluctuation*) sera la plus significative.

Au sujet de notre expérimentation autour des émotions, nous avons voulu vérifier s'il pouvait exister des descripteurs audio significatifs afin de mieux comprendre les résultats obtenus. Pour ce faire, nous avons utilisé la *MIR Toolbox*, comme pour la première expérimentation.

De prime abord, nous avons essayé de trouver les descripteurs les plus pertinents afin d'expliquer les résultats de la bonne perception des modes (mineur/majeur) des enfants sourds implantés (groupe expérimental). L'analyse faite avec les descripteurs ci-dessous correspond aux morceaux choisis pour cette deuxième expérimentation.

Nous avons donc choisi 9 descripteurs audio qui pourraient mettre en évidence le mode des extraits choisis, ainsi que les descripteurs les plus significatifs en lien avec la première expérimentation (classification des textures) : le mode (*Tonal mode*), la clarté tonale (*Tonal Key Clarity*), le temps d'attaque (*Rhythm Attack Time*), le roulement spectral (*Spectral Roll off*), la brillance spectrale (*Spectral Brightness*), l'amplitude du son (*Dynamics RMS*), la détection des changements de l'harmonie tonale (*Tonal HCDF*), la rugosité (*Spectral Roughness*), le tempo (*Rhythm Tempo*).

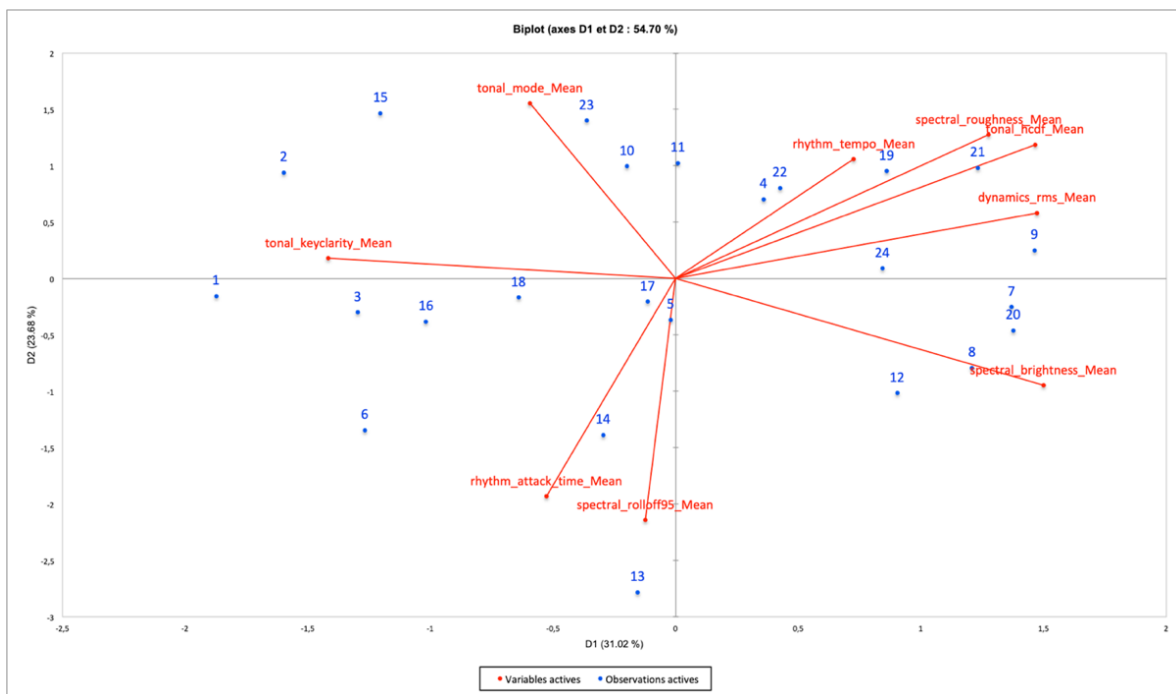


Figure 126 : Analyse réalisée par les descripteurs audio de l'expérimentation n°2 (Texture/Émotion).

Ce qui est particulièrement intéressant, c'est de constater que les descripteurs audio reliés au

mode (*Tonal Mode* et *Key Clarity*) sont principalement corrélés avec les extraits tristes et sereins. Ce sont précisément ces extraits qui nous ont permis de faire émerger la perception du mode chez les enfants de notre groupe expérimental (extraits n° 1AS, 2AS, 3AS, 6AT, 15LS, 16LT, 17LT, 18LT sur l'analyse factorielle ci-dessous). Les extraits 13LS et 14LS sont plutôt reliés au temps d'attaque et au roulement spectral.

Les extraits colériques et gais avec une dynamique positive sont logiquement corrélés avec des descripteurs d'intensité, de timbre et d'harmonie.

Dans un second temps, nous avons réalisé une nouvelle analyse factorielle discriminante où nous avons seulement gardé 4 descripteurs qui nous semblaient les plus pertinents pour cette étude. Les descripteurs utilisés correspondent au tempo, au mode, à la dynamique et à la rugosité des 24 extraits musicaux choisis.

Le mode ressort significativement dans cette analyse, tout comme la rugosité. Les observations ci-dessous correspondent aux morceaux choisis dans notre deuxième expérimentation où il s'agissait de classer des extraits musicaux en fonction des émotions.

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 1 (axe horizontale) sont : la rugosité et la dynamique, et dans une moindre mesure le tempo. En valeur négative, ce sera principalement le mode. La principale variable en valeur positive qui explique le mieux le facteur 2 (axe verticale) correspond au mode.

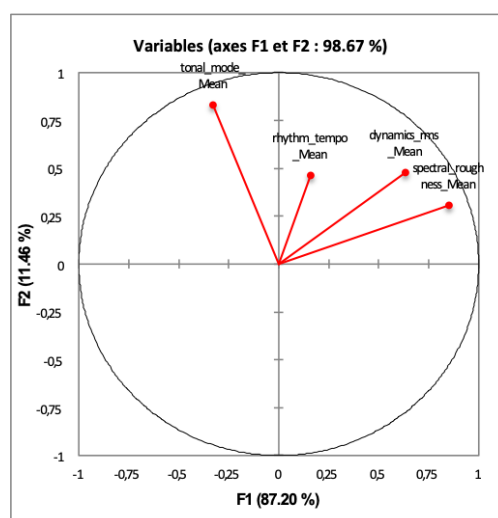


Figure 127 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.

Ce qui suggère que les variables de mode, de dynamique et de rugosité sont les plus significatifs pour expliquer les regroupements des pièces dans l'analyse factorielle discriminante ci-après.

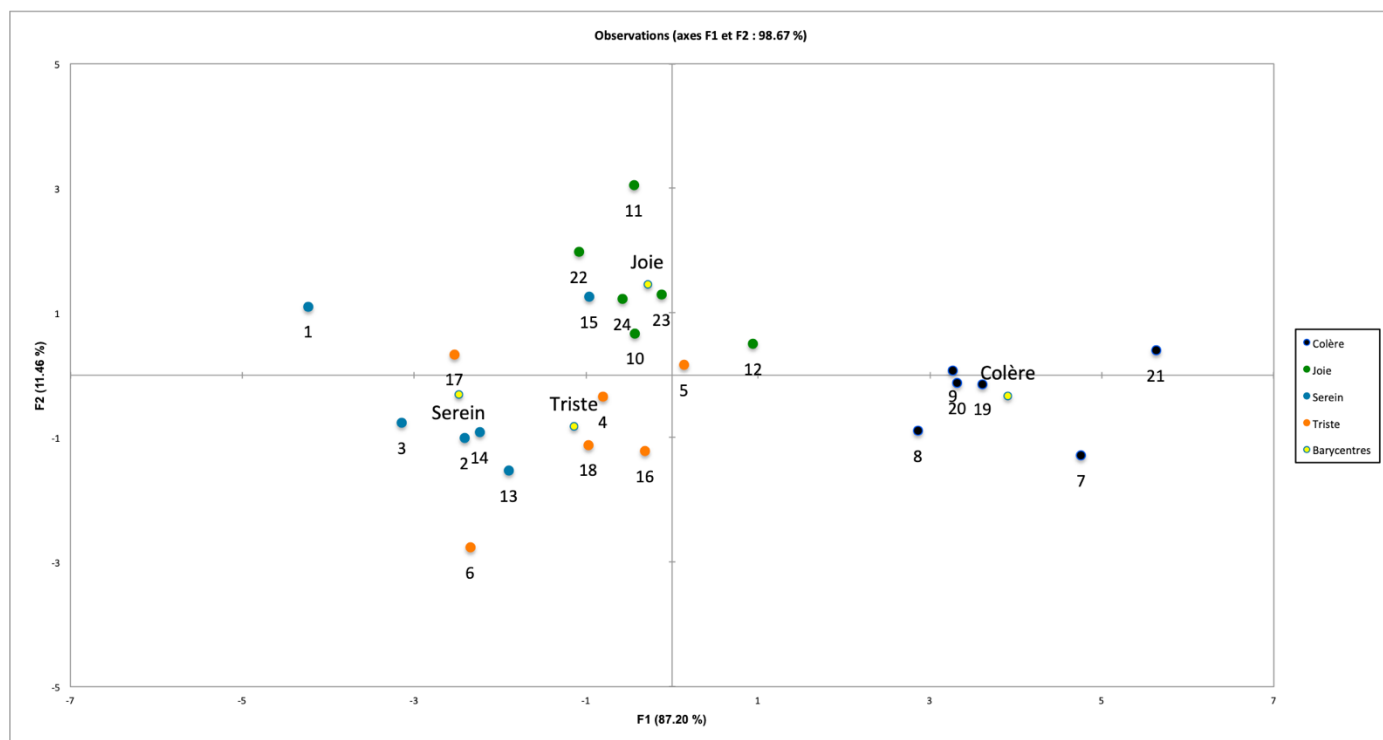


Figure 128 : Analyse factorielle discriminante de l'expérimentation n°2.

Nous pouvons déjà remarquer une nette séparation entre les extraits colériques et gais. En effet, les extraits correspondants à la colère présentent une dynamique forte et une rugosité marquée. Les enfants normo-entendants ont fort bien fait cette distinction, certainement grâce à la perception de ces variables. *Jeux des cités rivales* dans *Le sacre du printemps* de Stravinski (21PC) correspond à l'extrait le plus significatif. Pour la gaieté, *Le bal* dans *la Symphonie Fantastique* de Berlioz (11DG) ressort grâce au variable de mode.

Sur l'axe de facteur 1 (horizontale), nous discernons une opposition franche entre les extraits colériques et tristes d'une part, et colériques vs sereins d'autre part. Cet écart se base sur les descripteurs audio de rugosité et de dynamique. Les tristes et les sereins seraient mieux classés par les enfants sourds implantés grâce à leur perception du mode notamment, en lien direct avec nos résultats obtenus avec la méthode de Bravais Pearson. De plus, les extraits sereins et tristes semblent

confus, comme ce que l'on a pu constater chez les enfants de notre groupe contrôle.

Sur l'axe de facteur 2 (vertical), la gaieté est opposée à la sérénité et à la tristesse de manière complexe. Le *Concerto pour piano et orchestre* de Mozart (6AT) correspond à l'extrait le plus significativement triste dans cette analyse. Le plus serein serait le *Final de l'acte III de Parsifal* de Wagner.

En conclusion, il apparaît que l'utilisation des descripteurs audio s'est avérée très précieuse, car ce type d'analyse nous a apporté des débuts de réponses au sein des deux expérimentations que nous avons mené auprès des enfants sourds et entendants.

Dans la première expérimentation, l'analyse des résultats a montré que dans le signal audio, les enfants sourds implantés étaient capables d'extraire des éléments significatifs leur permettant de classer des textures de façon tout à fait remarquable. Pour rappel, les extraits denses et aérés ont été les mieux catégorisés. Les catégories des descripteurs audio les plus significatives, dans cette tâche de classification de textures, se sont révélées correspondre à : l'intensité, le timbre, la dissonance, l'harmonie et le timbre. Pour les normo-entendants, enfants comme adultes, la tâche s'est révélée plus difficile. Il semblerait que les enfants aient réalisé leur regroupement en se servant principalement de la brillance du timbre et de la dissonance, grâce au flux spectral (*Spectral Flux*) dans le temps et à la rugosité (*Roughness*), notamment. Pour les adultes et les enfants, nous avons pu observer que les extraits correspondants à la texture dense ont été les mieux perçus par les deux groupes de participants. En revanche, les adultes musiciens ont eu de meilleurs résultats. Nous pouvons supposer qu'ils aient utilisé les mêmes catégories de descripteurs audio que les enfants sourds pour cette tâche.

Concernant la deuxième expérimentation autour des émotions, nous avons pu mettre en évidence que les enfants normo-entendants réussissaient un classement beaucoup plus cohérent des extraits musicaux selon les émotions. La valence positive, gai et colérique a émergé très clairement. En revanche, les extraits tristes et sereins ont été moins bien reconnus. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson a mis en évidence qu'ils entendent le mode corrélé avec la valence - **0,45**, significatif à **0,05**. Alors que chez les enfants sourds, ce sont les extraits tristes et sereins qui sont

remarquablement classés. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson a mis en valeur le fait que les enfants sourds entendent significativement le mode.

La perception de la texture semble avoir un impact sur l'analyse auditive réalisée par les enfants sourds implantés. Ces résultats nous permettent de commencer à évaluer la cognition musicale de ces enfants et nous éclaire sur les processus musicaux mis en œuvre par ces derniers. Il nous apparaît important de compléter cette réflexion en s'intéressant aux différentes pédagogies qui seraient susceptibles de nous aider à enseigner la texture.

Chapitre 6 : Les outils d'apprentissages des méthodes actives musicales

Un apprentissage spécifique s'avère nécessaire pour développer les capacités musicales des enfants sourds et les sensibiliser à la musique et plus particulièrement à la texture. Dans cette optique, différentes méthodes empiriques ont été créées. Nous présentons dans ce chapitre les méthodes qui ont inspiré notre outil pédagogique musical. Le système tonal occidental, par ses lois organisationnelles, permet de diriger les attentes perceptives.⁵⁴⁷ Nous savons que les connaissances des régularités structurelles musicales s'acquièrent de façon implicite chez l'enfant normo-entendant et nous avons postulé qu'elles s'acquièrent de la même façon chez l'enfant sourd. Néanmoins, même si le processus d'acquisition des connaissances musicales pour un enfant sourd est le même qu'un enfant entendant, il aura plus de difficultés, notamment pour la perception des hauteurs.

Par contre, au regard des résultats exposés précédemment, la perception de la texture chez ces enfants suggère que l'utilisation du mouvement à travers le corps tout entier, leur apporte des informations suffisamment pertinentes pour mieux se l'approprier. C'est pourquoi, nous renforcerons cet apprentissage par des activités sensori-motrices, déjà significatives pour un enfant normo-entendant mais cruciales chez l'enfant sourd, mettant en jeu par l'action, les perceptions proprioceptives, auditives et kinesthésiques.

⁵⁴⁷ PINEAU Marion & TILLMANN Barbara, *Percevoir la musique : une activité cognitive*, Paris, L'Harmattan, 2001.

1. Méthodes d'apprentissage musical

Deux grands pédagogues, Francès (1958)⁵⁴⁸ et Zenatti (1994)⁵⁴⁹, issus du courant socio-constructiviste, ont étudié la psychologie du développement musical chez l'enfant. Francès démontre que l'environnement dans lequel baigne l'enfant le contraint à apprendre la langue et la musique qu'il entend quotidiennement. De même que l'enfant apprend par la voix de sa mère, les syllabes, les mots et les phrases, de même, il apprendra les éléments du langage musical telles les unités (cellules rythmiques, intervalles, échelles mélodiques), l'organisation linéaire (formes simples) et simultanée (accords et cadences) et enfin les phrases. Selon ces deux auteurs, l'apprentissage de chanson et le chant lui-même contribuent à créer ces habitudes perceptives et à ancrer des structures tonales internes chez l'enfant. Il faut donc d'abord percevoir le son pour le produire (l'écoute active), mais on n'a pas vraiment perçu un son de parole tant qu'on ne l'a pas produit soi-même.

« Zenatti reprenant les travaux de Piaget propose une genèse de l'intelligence musicale. Elle suggère une construction progressive en différents stades dans lesquels il y aurait une communication réciproque entre activités perceptives et sensori-motrices permettant ainsi de mettre en lien différents éléments musicaux comme l'intervalle, le système tonal, la structure mélodique et rythmique d'une œuvre. »⁵⁵⁰ Selon cette psychologue, un premier stade s'observerait lors de l'acquisition du sens de l'intervalle : l'enfant reconnaît une mélodie (chanson) et lorsqu'il devient capable de la chanter, c'est qu'il possède l'image mentale de cette chanson. Ainsi, le fait de chanter, comme l'affirme Zenatti engendre une image sonore et cette dernière contrôlera l'image motrice.⁵⁵¹ Elle parvient à résumer l'influence déterminante de l'éducation musicale sur le développement perceptif de l'enfant :

L'éducation musicale est susceptible d'exercer une action primordiale dans le développement

⁵⁴⁸ FRANCÈS Robert, *La Perception du Rythme*. Paris : Vrin, 1958.

⁵⁴⁹ ZENATTI Arlette, *Psychologie de la musique*, Paris, France : Presses universitaires de France, 1994.

⁵⁵⁰ SIMARD France, CHEVALIER Nicole et DESPINS Jean-Paul, *Performance musicale : le chant préalable à l'apprentissage instrumental*. http://www.jfrem.uottawa.ca/texte_jfrem2009_simard_france.pdf

⁵⁵¹ DOWLING, JAY. Walter, *La structuration mélodique : perception et chant*. (P.-É. Dauzat, trad.). In A. Zenatti (Ed.), *Psychologie de la musique*, Paris : PUF, 1994, p. 145-176.

musical de l'enfant, depuis les âges de la crèche et de l'école maternelle jusqu'à l'adolescence...des virtualités comportementales s'atrophient lorsqu'elles ne sont pas stimulées...L'enfant sélectionne les informations qui retiennent son attention. Cette attention sélective joue un rôle capital dans le développement cognitif. Savoir susciter l'intérêt est essentiel sur le plan pédagogique, afin de favoriser l'avènement d'une familiarité avec des structures musicales diverses, variant selon la date et le lieu de composition des œuvres. Il ne s'agit pas seulement d'élargir le domaine des connaissances mais, avec des bases cognitives de permettre une formation et une évolution des goûts musicaux, enrichissant ainsi la vie affective.⁵⁵²

Il convient également de rappeler l'ouvrage d'André Giordan, qui constitue une synthèse des différentes études pour fonder une théorie sur le cheminement de l'apprendre.⁵⁵³ L'adaptation au milieu y est énoncée, de manière à trouver des moyens plus efficaces pour répondre à la diversité des problèmes posés. Le rapport qui unit les éléments organisés aux éléments du milieu est une relation d'assimilation : l'organisme conserve le cycle d'organisation et coordonne les données du milieu de manière à les incorporer à ce cycle. C'est ce que Piaget appelle « mouvements circulaires primaires »⁵⁵⁴. Si l'une d'entre elles varie, le milieu est transformé : l'organisme s'adapte. Le cycle organisé se modifie : il devient un nouveau cycle d'éléments organisés qui pourra donner lieu à de nouvelles assimilations. Il s'agit alors d'une accommodation. François Delalande, se référant aux travaux de Piaget, énonce trois aspects fondamentaux de la pratique musicale⁵⁵⁵ :

- **Le jeu sensori-moteur**, qui correspond au jeu d'exercice. Il a une fonction d'adaptation.

Le toucher de l'instrument, le contrôle de la sonorité représente une fusion entre la

⁵⁵² ZENATTI Arlette. « Aspects du développement musical de l'enfant dans l'Histoire de la psychologie au XXe siècle », in *Education musicale et psychologie de la musique, Revue internationale Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle* n°6, CERSE, Université de Caen, 1990, p. 35-36, cité par RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte.

⁵⁵³ GIORDAN, André, *Apprendre !* Paris, Belin, coll. Débats, 1998.

⁵⁵⁴ PIAGET Jean, *Naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Paris, Delachaux et Niestlé, Actualité pédagogiques et psychologiques, 1977.

⁵⁵⁵ DELALANDE François, *La musique est un jeu d'enfant*, Paris, Buchet/Chastel, coll. Bibliothèque de Recherche musicale, 1984.

sensation et la motricité.

- **Le jeu symbolique**, qui mime le réel. L'organisation sonore peut correspondre à un mouvement rencontré dans le vécu, à une situation vécue ou encore à une émotion. Tout jeu renvoie symboliquement à une situation qui est de l'ordre des images ou des affects ; on convoque alors un système particulier de codes, propre à soi, en référence avec son vécu.
- **Le jeu de règles** qui peut être perçu comme un plaisir dans l'application du système musical.

Delalande dédie tout un chapitre (III) de *La musique est un jeu d'enfant* (1984) à l'idée de la musique comme « *art du geste* », un art dans lequel l'expérience et l'expression de la gestuelle du corps déterminent la gestuelle des sons, de leur organisation, interprétation et perception. Il fait souvent référence à la théorie de Francès (1958), selon lequel nos gestes seraient l'expression de nos émotions et ils seraient inscrits dans la musique. Depuis déjà un demi-siècle, il a été bien démontré l'importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant : que ce soit chez Henri Wallon et Jean Piaget ⁵⁵⁶, un mouvement qui sert au jeune enfant (entre 1 et 2 ans, ce que Wallon appelle *stade projectif*)⁵⁵⁷ pour projeter à l'extérieur de soi ses représentations mentales. « D'une manière générale, le jeu instrumental réalise cette liaison sensori-motrice dans laquelle la musique est perçue à la fois comme geste et comme son. »⁵⁵⁸

Kémâl Afsin nous rappelle ces faits historiques importants :

Lorsqu'en 1888 Henri Marion prononçait son discours sur l'école active à la Sorbonne, il n'imaginait pas que, dans la première moitié du 20ème siècle, la quintessence de ses propos allait se propager et stimuler la réflexion de musiciens pédagogues tels que Jaques-Dalcroze en

⁵⁵⁶ PIAGET Jean, *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1945.

⁵⁵⁷ WALLON Henri, « Importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant », *Enfance*, réédit. in *Enfance*, 1959, 3-4, p. 235-239.

⁵⁵⁸ CELESTE Bernadette, DELALANDE François, DUMAURIER Elisabeth, *L'enfant, du sonore au musical*, Paris, Buchet/Chastel-INA, coll. Bibliothèque de Recherche Musicale, 1982, p 165.

1920, Orff en 1956, Willems en 1977, Martenot en 1967 et Kodály. À cette époque, les neurosciences et la neuropsychologie musicale n'avaient pas la portée qu'elles ont aujourd'hui. Ainsi, ces pédagogues nourrissaient leur réflexion de procédés purement empiriques pour élaborer les méthodes dites actives. L'école active trouvait donc son expression dans les méthodes dites actives. Chacun de ces pionniers de la pédagogie musicale proposait des démarches sensiblement différentes avec cependant les mêmes objectifs : maîtrise de l'écriture, de la lecture ainsi que de tous les éléments de la cognition musicale (rythmes, intervalles, mélodies, harmonies, formes).⁵⁵⁹

Quoique différentes à première vue, ces méthodes présentent des étapes d'apprentissage comparables. Elles préconisent une pratique globale et vivante en plaçant l'expérience au premier rang de la démarche d'apprentissage puisque les éléments musicaux sont expérimentés par le mouvement du corps. Aussi, elles prônent une progression pédagogique adaptée aux différents stades de développement psychologique et moteur de l'enfant pour ainsi assurer l'acquisition du langage musical. Par la suite, elles intègrent l'analyse et l'identification des composantes de la musique (rythme, mélodie, harmonie) après les avoir vécus corporellement puis vocalement. Enfin, elles permettent d'inculquer à l'enfant « l'audition intérieure » et « le chant intérieur », ces deux éléments constituant l'image sonore. Finalement, toutes ces approches sont reconnues pour exploiter le potentiel créatif, intellectuel, sensoriel et kinesthésique de la musique par l'entremise d'activités ludiques adaptées au développement de l'enfant (Anderson & Lawrence, 2007)⁵⁶⁰.

Partant de ces observations, nous trouvons tout à fait pertinent le principe d'association entre son et mouvement que proposent les méthodes actives. Loin d'être seulement un moyen de rendre ludiques les activités qui permettrait à l'enfant sourd de ne pas s'ennuyer, c'est d'un réel apprentissage *de l'oreille et par l'oreille* dont il s'agit : mettre en mouvement un geste, un son, qui puisse être senti

⁵⁵⁹ AFSIN Kémâl, « Psychopédagogie de l'écoute musicale ». *Orphée Apprenti, Atelier du GRIAM*, Octobre 2010, p. 42.

⁵⁶⁰ ANDERSON M. William. & LAWRENCE E. Joy, *Integrating music into the elementary classroom* (7e éd.), Belmont, Thomson Higher Education, 2007.

comme pulsation, puis mis en musique pour garder « la cadence », aide à percevoir la régularité d'une action. C'est un travail sur la perception et donc une contribution au développement de l'oreille. C'est aussi ce qui se passe lorsqu'on essaie de jouer et de maintenir régulières des valeurs longues à un tempo lent : le corps a besoin d'effectuer une décomposition, en d'autres termes, de « remplir » par un geste, physique ou mental, l'espace entre chaque pulsation. Dans l'autre sens, marcher sur les appuis d'une pulsation, se mouvoir au rythme de ce qui est perçu, implique de pouvoir synchroniser son corps avec ce qu'on entend, donc de développer des capacités d'anticipation. C'est une manière de se servir de ce que perçoit l'oreille pour s'approprier physiquement la musique. Lors des différentes séances musicales que nous avons pu animer auprès des enfants sourds, nous avons pu constater les bénéfices de cette conception pédagogique de la musique. C'est un enseignement basé sur l'individu qui propose au lieu d'imposer, suggère au lieu de commander. Cela signifie, entre autres, que le rôle de la musique consiste à jeter un pont entre l'expérience et l'analyse, le corps et le cerveau, l'intuition et le savoir, l'expérience et la compréhension. La musique suscite le mouvement en invitant les enfants à réagir à ce qu'ils entendent. Elle inspire une qualité de mouvement selon ses nuances, ses rythmes, ses timbres, ses accents, ses phrases, ses harmonies, ses mélodies et ses silences. La musique impose ses vitesses, exige une adaptation à l'espace dont dispose l'enfant.

Le corps humain est un orchestre dans lequel divers instruments, muscles, nerfs, oreilles et yeux sont dirigés simultanément par deux chefs : l'âme et le cerveau. (Jacques-Dalcroze, 1948) ⁵⁶¹

1.1. La méthode Orff

Le compositeur munichois Carl Orff (1895-1982) a eu une approche tout à fait singulière. D'une part, il a su utiliser le théâtre nouveau, inspiré du théâtre grec où se mêlent l'expression verbale, la prosodie, le rythme, le mouvement et la danse. D'autre part, en tant que pédagogue, il crée son *Orff-Schulwerk* (« travail scolaire Orff ») grâce à des collaborations étroites et fructueuses qu'il a mené

⁵⁶¹ JACQUES-DALCROZE Emile, *Notes bariolées*. Genève, Edition Jeheber, 1948.

pendant une vingtaine d'années au sein de son enseignement à l'Ecole de danse de Munich. La gymnaste et danseuse Dorothee Gunther (1896-1975), la musicienne et compositrice Gunild Keetman (1904-1990), la danseuse et chorégraphe Maja Lex (1906-1986) furent des pédagogues essentielles dans la création de cette optique nouvelle. L'approche pédagogique de Carl Orff s'inscrit dans le courant des recherches psychopédagogiques du début du siècle, avec Montessori, Decroly, Wallon puis Freinet, Piaget, etc., qui prônent une activité centrée sur le développement et la croissance de l'enfant et non sur son seul savoir. C'est donc l'enfant et sa personnalité qui sont au cœur des recherches pédagogiques de Carl Orff. Ce dernier considère que le contexte culturel est un élément important dans le développement des personnes et qu'il est indispensable d'en tenir compte et d'en exploiter les ressources. Par exemple, Orff s'intéresse et se sert énormément du folklore, appartenant au monde verbal et culturel. C'est une pédagogie musicale et corporelle basée sur l'évolution de l'enfant, comme une musique à vivre. Il prône cette éducation musicale qui permet de « découvrir et étendre son potentiel musical, gestuel et langagier ». Il a écrit de nombreuses musiques pour enfants en essayant de pénétrer l'essence des créations enfantines. « Partant du principe que l'enfant parcourt ontogénétiquement les mêmes étapes que l'humanité, il pense que la musique pour les enfants doit être au départ une musique élémentaire. »⁵⁶²

Carl Orff conçoit sa méthode en rapport avec le fonctionnement de l'individu dans la société : ce qui l'intéresse particulièrement c'est que chacun puisse participer à cette construction collective en même tant qu'il développe son potentiel. Cette démarche singulière s'adresse à tous sans exception, son but n'étant pas le résultat à atteindre, mais le processus d'apprentissage qui sous-tend la progression unique de chaque individu. A partir des années 1950, grâce à la création d'un *Instrumentarium*, des enfants handicapés ont pu accéder à cette méthode.

⁵⁶² AGOSTI-GHERBAN Cristina, *L'éveil musical, une pédagogie évolutive*, Paris, L'Harmattan, 2000, p.18.



Figure 129 : Instrumentarium Orff.

Orff emploie la notion « d'élémentarité » pour qualifier la musique qu'il utilise au sein de sa méthode. Comme cette musique n'utilise pas de schémas préétablis, chacun peut se l'approprier en fonction de ses possibilités personnelles.⁵⁶³ Ce dernier va utiliser ce qu'il nomme des « ressources de l'individu », qu'il va répertorier en quatre parties différentes : d'abord la voix, le langage (les cris et les onomatopées par exemple) et le chant dont il va se servir simplement, avec des mélodies élémentaires, des rythmes courts et facilement mémorisables. La répétition rythmique des syllabes d'une phrase amène à différencier les hauteurs du son. Au départ, Orff utilise deux sons (une tierce mineure descendante), puis peu à peu il arrive à une gamme pentatonique sur laquelle il travaille longtemps afin que l'enfant puisse développer le plus son imagination, en s'éloignant des modèles harmoniques de la musique non pentatonique. Il considère que cette gamme favorise l'improvisation des enfants car elle ne crée pas de dissonances. Une grande partie du travail est faite à partir de textes comme des comptines ou des poésies. Carl Orff les décortique rythmiquement puis introduit des éléments mélodiques pour arriver à faire des montages d'une extrême complexité.⁵⁶⁴

⁵⁶³ WUYTACK Jos, *Musica Viva. Pour une éducation musicale active. Volume 1 : Sonnez...battez*. Paris, Alphonse Leduc, 1970.

⁵⁶⁴ WUYTACK Jos, *Musica Viva. Pour une éducation musicale active. Volume 2 : Expression rythmique*. Paris, Alphonse Leduc 1970.

Bien évidemment, l'utilisation du corps tout entier, le schéma corporel, la danse folklorique, la percussion corporelle qu'il va privilégier en la qualifiant de premier instrument de la « musique élémentaire », sont tout à fait essentiels dans sa démarche pédagogique. Ensuite, le rythme va mettre en relation le mouvement, le langage et la musique. C'est aussi un élément primordial de sa musique « élémentaire ».

Enfin, l'*Instrumentarium*, qui malgré le fait que l'utilisation d'instruments ne soit pas essentielle dans sa démarche, permet d'élargir le champ d'expérimentation. Il se compose d'instruments mélodiques, carillons, xylophones, métallophones et de percussions variées de hauteur indéterminée, de plus petite taille que les instruments d'orchestre. C'est un instrumentarium fort riche, provenant de cultures du monde entier (africaine, sud-américaine, asiatique...). L'improvisation tient dans ce travail un rôle constant, soit que l'enfant réponde au meneur de jeu, soit qu'il prenne une place plus autonome dans un ensemble rythmique, improvise, ou même qu'il soit amené à diriger cet ensemble.

Le rythme demeure le principe fondamental de sa méthode. Chaque être humain possède en lui des instruments propres à scander le rythme : ses mains et ses pieds. Orff utilisera quatre niveaux corporels : les doigts, les mains, les cuisses et les pieds. En effet, les frappements peuvent s'effectuer selon diverses variantes sonores : frappés de mains, plante, talon ou pointe du pied ; claquement de doigts (médius glissant d'un geste rapide contre le pouce). Par exemple, le fait de frapper à mains plates sur les cuisses constitue une excellente préparation à la technique des timbales et des instruments à lames. Les principaux « jeux de rythmes » sont l'imitation, la mémorisation, le canon, le jeu des « questions-réponses ». Dans la pratique de ces exercices, le rythme n'est pas intellectualisé mais seulement ressenti et réalisé avec tout le corps (ou sur les instruments). Prenons l'exemple des vitamines rythmiques, aussi nommées *percussions corporelles* (Comeau, 1995)⁵⁶⁵. Elles stimulent énormément la mémoire auditive de l'enfant. Ces vitamines rythmiques peuvent servir d'amorce à

⁵⁶⁵ COMEAU Gilles, *Comparaison de trois approches d'éducation musicale, Jaques-Dalcroze, Orff ou Kodály ?*, Vanier: CFORP, 1995.

plusieurs apprentissages, dont l'exploitation des comptines notamment.⁵⁶⁶

1.2. Chez Zoltán Kodály

Le compositeur hongrois, très reconnu pour son remarquable travail de recherche sur le folklore hongrois aux côtés de Bartók, a créé une méthode utilisant ces chansons populaires que tous les enfants connaissent depuis leur plus jeune âge. En Hongrie, la musique folklorique fait partie de la vie de chacun. Kodály soutenait que le chant populaire est la langue maternelle musicale naturelle de l'enfant et qu'il faut l'apprendre dès le plus jeune âge, comme on apprend à parler.

Tout d'abord, il serait intéressant d'examiner les sources et l'histoire de l'éducation musicale pour comprendre pleinement, comment les principes de Kodály furent établis. Puisque l'on considère la solmisation relative comme l'une des bases fondamentales de cette méthode, c'est donc l'œuvre du moine toscan Guido d'Arezzo (v. 990 – v. 1050) qu'il faut mentionner en premier lieu.

Il s'est servi des premières syllabes d'un hymne à Saint-Jean-Baptiste (la dernière note *si* est une contraction des deux initiales de Sancte Johannes) : *UT queant laxis REsonare fibris MIRA gestorum FAMili tuorum, SOLve polluti LABii reatum, Sancte Iohannes.*

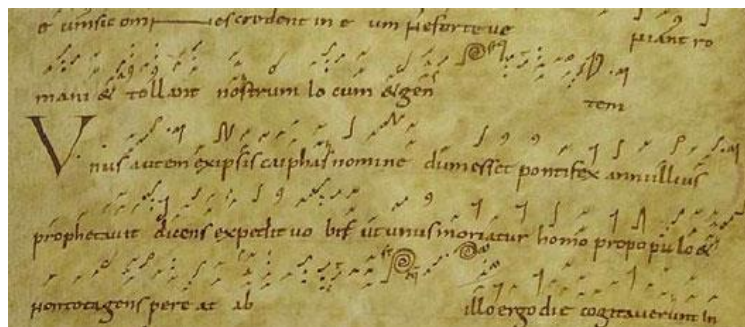


Figure 130 : Manuscrit avec notation messine, Laon, X^{ème} siècle.

A chaque vers, le chant monte d'un ton. D'Arezzo eu donc l'idée de conserver la première syllabe du premier mot de chaque vers. En 1673, le *ut* devient *do* sous l'impulsion de Bononcini car

⁵⁶⁶ ORFF Carl et KEETMAN Guild, *Musik für Kinder, B. Schott's Söhne*, Mainz, vol. 1, 1950, 164 p., vol. 2, 1952, 127 p., vol. 3, 1953, 128 p., vol. 4, 1954, 158 p., vol. 5, 1954, 152 p.

plus facile à solfier. Concernant le si, même si *Sancte Joannes* la suggère déjà, cette note fera son apparition officielle à la fin du XVIème siècle, ajoutée à la gamme par le moine français Anselme de Flandres.

Même si cela ne paraît pas si naturel lorsque l'on ne connaît pas la chanson, il faut reconnaître que cette idée de mémorisation est astucieuse puisqu'elle permet de retrouver le nom et la hauteur de la note en se référant à une chanson connue. Le système de Guido d'Arezzo fut adoptée par les autres pays latins dans la seconde moitié du Moyen Age. Dans les pays germaniques et anglo-saxons, on lui préféra la notation par les lettres (*A* à *G*). La première notation est conservée par Kodály dans le premier apprentissage de la musique. Ainsi, lorsqu'il a mis au point sa pédagogie en Hongrie dans les années cinquante, la solmisation relative sera utilisée dans le but d'éduquer l'oreille des enfants à travers le chant. Ici, les différents degrés de l'échelle sont chantés avec les noms de syllabes correspondantes, quelle que soit leur hauteur absolue. Une gamme majeure sera ainsi toujours chantée *do-ré-mi-fa-sol-la-si-do*, quelle que soit la hauteur de sa tonique absolue. De cette façon, chaque note a sa fonction et est chantée en relation à une autre note. Les intervalles deviennent les formules que les enfants reproduisent sans problème. Pour faciliter l'intonation, Kodály utilise la *phonomimie*, une manière de visualiser les hauteurs de notes chantées en les assimilant à un geste de la main. Il fut sensibilisé pour la première fois à cette technique en visitant l'Angleterre, où un système à échelle mobile créé par John Curwen était utilisé dans tout le pays au sein des formations chorales. Kodály a trouvé que l'échelle mobile développait le sens modal des élèves et par là leur capacité à lire la musique. Par ailleurs, il pensait que l'échelle mobile devrait précéder l'écriture sur une portée, en développant une sorte de sténographie musicale utilisant des rythmes simplifiés.⁵⁶⁷

Les signes de la main sont utilisés en tant qu'aide visuelle lors du chant. Cette technique assigne à chaque degré de l'échelle un signe qui montre la fonction tonale du degré. Par exemple, *do*, *mi* et *sol* sont d'apparence stable, tandis que *fa* et *ti* pointent respectivement dans la

⁵⁶⁷ SZÖNYI Erzsébet, *Quelques aspects de la méthode de Zoltan Kodály : application de ses principes à l'éducation musicale*, Ed. Corvina, 1976.

direction de *mi* et de *do*. De la même manière, le signe de main *ré* suggère le mouvement vers *do*, et celui de *la* vers celui de *sol*. Kodály ajouta aux signes de main de Curwen un mouvement ascendant/descendant, ce qui permet aux enfants de voir la hauteur de la note. Les signes sont réalisés devant le corps, *do* étant au niveau de la taille et *la* au niveau de l'œil. La distance dans l'espace correspond à la taille de l'intervalle représenté.

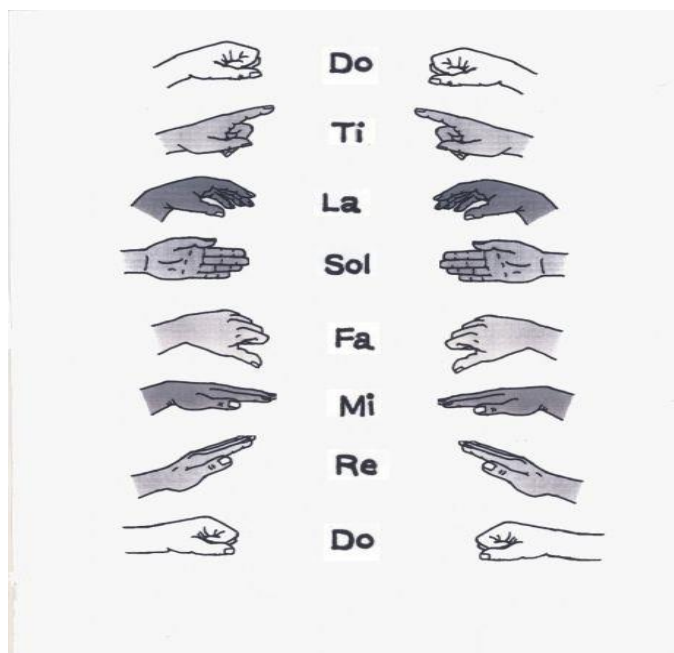


Figure 131: Dans la méthode Kodály, la *phonimie* est régulièrement utilisée pour faciliter l'intonation.

À partir du moment où l'enfant acquiert l'écriture et la lecture, cet apprentissage peut alors être complété par l'étude du solfège traditionnel. La pédagogie de Kodály se fonde sur un principe fondamental : tout apprentissage musical doit être acquis par l'oreille en premier, et non par l'intellect. Le chant et le travail d'audition doivent toujours précéder la notation, sinon la lecture et l'écriture musicale sont réduites à des exercices cérébraux, non significatifs. Ainsi, dans la création de la méthode de Kodály, la première étape a été d'introduire de nombreuses mélodies enfantines et chants populaires afin de choisir un matériau sonore adapté aux enfants. En Hongrie, les mélodies enfantines sont construites principalement sur deux éléments : la tierce mineure descendante *sol-mi* et le motif *sol-la-sol-mi* (*la* étant la broderie supérieure du *sol*). Cette méthode s'adresse tout d'abord aux enfants

entre trois et six/sept ans. Pour Kodály, le chant est à la base de tout enseignement musical, avant même l'étude du langage verbal et littéraire. Il était persuadé que l'esprit de l'enfant pouvait acquérir au mieux les fondamentaux musicaux par des méthodes amusantes, avec l'aide de mouvements du corps et des jeux de rythmes. Il était aussi convaincu que l'étude d'un instrument devait être précédée par l'apprentissage ludique du chant dans le but de distinguer l'assimilation naturelle, intérieure et physique de la musique, du mécanisme et de l'apprentissage liés à la technique propre de l'instrument. C'est pourquoi Kodály a incorporé des syllabes rythmiques similaires à celles créées au XIX^{ème} siècle par le théoricien français Émile-Joseph Chêvé. Dans ce système, on associe à chaque valeur de notes des syllabes spécifiques qui expriment littéralement leur durée. Par exemple, une noire est dite « ta », tandis que deux croches sont dites « ti-ti ». « Deux croches-noire » se dit donc « titi-ta ». Ces syllabes sont utilisées pour reconnaître, chanter, frapper ou lire des rythmes.⁵⁶⁸

La méthode Kodály inclut également l'utilisation de mouvements rythmiques. Technique inspirée par le professeur suisse Émile Jacques Dalcroze dont nous reparlerons dans ce chapitre, Kodály connaissait bien les techniques de ce dernier et partageait l'idée que le mouvement est un outil important pour intérioriser un rythme. Ainsi, la méthode Kodály utilise des mouvements rythmiques comme la marche, la course, la marche rapide, taper des mains. Ils peuvent être exécutés lors de l'écoute ou du chant. Le professeur peut être amené à inventer sur des exercices de chant des mouvements rythmiques appropriés pour accompagner des chansons.⁵⁶⁹

Pour résumer, nous pouvons énumérer en dix grands principes (établis par Kodály lui-même) son enseignement et ses idées générales :

- Le rôle de la musique dans l'éducation devrait être aussi important qu'il l'était dans la Grèce Antique, et doit être au centre du système scolaire, parmi les « fondamentaux », au même titre que

⁵⁶⁸ RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte, *L'Éducation musicale en Hongrie*, 2e éd., A. Leduc, Paris, 1977 ; Chant-Musique, adaptation française de la méthode Kodály, Paris, Leduc, 1975-1980, 5 volumes ; Un chemin pédagogique en passant par les chansons, 500 chansons folkloriques de langue française choisies et classées progressivement pour servir de base à une adaptation française de la méthode Kodály, Paris, Leduc, 1974-1981, 4 volumes ; Développer les capacités d'écoute à l'école, Ecoute musicale, écoute des langues, PUF, 1997.

⁵⁶⁹ BARKÓCZI Llona. & PLÉH Csaba, *Etude de l'effet psychologique de la méthode d'éducation musicale de Kodály*. Kecskemét : Institut de pédagogie musicale Zoltán Kodály, 1982.

les mathématiques ou les arts du langage. Elle ne doit pas être considérée comme accessoire ou superflue puisqu'elle favorise l'acquisition des autres disciplines précitées qui lui sont intimement liées.

- L'analphabétisme musical est l'obstacle principal à l'accès à la culture musicale.

- L'enseignement de la musique doit être radicalement amélioré dans les écoles de formation des maîtres.

- Il faut systématiquement éviter de faire écouter aux enfants de la « mauvaise » musique.

- L'école doit donner accès à la musique, dès le plus jeune âge, pour tous.

- Le chant doit devenir une pratique quotidienne et être enseigné aux enfants.

- Le chant choral en particulier doit être développé, comme toute pratique collective.

- Une éducation musicale digne de ce nom doit commencer entre l'âge de trois et six ans. Pour reprendre la boutade de Kodály, cet apprentissage devrait idéalement commencer « neuf mois avant la naissance de la mère ».

- Les expériences capitales de la vie d'un enfant en musique se déroulent entre l'âge de six et seize ans, soit durant la période capitale de la scolarité.

- L'écoute des chefs-d'œuvre de la musique doit être encouragée et suivie sur le long terme.⁵⁷⁰

Pour terminer ce point sur la méthode du compositeur, nous souhaiterions terminer avec ses mots : « La musique est une nourriture spirituelle irremplaçable. Celui qui ne s'en nourrit pas souffrira d'anémie toute sa vie. Sans musique la vie spirituelle n'est pas complète : l'esprit humain possède des régions que seule elle peut illuminer. »⁵⁷¹

⁵⁷⁰ KODÁLY Zoltán, *The selected writings of Zoltán Kodály*, Halapy, Lili (trad.), Macnicol, Fred (trad.), Boosey & Hawkes, 1974.

⁵⁷¹ KODÁLY Zoltán, *Music should belong to everyone*. IKS: Budapest, 2002, p. 50.

1.3. La méthode Willems

D'origine belge, Edgar Willems (1890-1978) s'est inspiré des travaux de Dalcroze pour développer une méthode qui tienne compte des recherches sur la psychologie infantile. Pour lui, l'éducation musicale doit favoriser l'épanouissement de l'enfant, enrichir l'être humain tout en s'adaptant aux besoins (physiques, affectifs, mentaux) de chacun. Cet enseignement de la musique suit les tendances de l'éducation moderne mettant en valeur la motricité, l'affectivité et la sensorialité. Il s'agit de solliciter le plaisir de la découverte et de l'écoute mutuelle. Willems considère que la musique est un langage et que son apprentissage suit les mêmes lois psychiques que l'éducation au langage (activités sensorielles, mémoire, activités affectives, activités mentales, activités inventives et activités créatrices). En cela, il insiste sur l'importance de l'initiation musicale dès le plus jeune âge, en étroite collaboration avec les parents, comme l'utilisation de mouvements pour le développement de l'instinct rythmique (bercements, petits sauts sur les genoux, etc.) qui permet d'acquérir et d'ancrer les éléments essentiels de la musique à travers l'expérimentation et la participation active. Pour Willems, l'initiation musicale précoce est une étape essentielle avant l'apprentissage du solfège et d'un instrument. L'enfant doit s'imprégner progressivement de l'environnement sonore qui l'entoure. Les jeux de reconnaissance auditive grâce à l'utilisation d'objets sonores variés et attrayants (comme par exemple les appeaux) permettent d'éveiller l'écoute et l'intérêt de l'enfant. S'en suit un travail rythmique (mouvements corporels, vivre et ressentir le rythme, marches pour développer le sens du tempo) et mélodique. Enfin, le chant tient une place très importante en tant qu'activité regroupant les aspects mélodique, rythmique et harmonique.

Il s'agit d'une méthode globale pour tout ce qui concerne la vie, et une méthode analytique pour la prise de conscience, qui exclut tout procédé extramusical et emploie des moyens qui vont du concret vers l'abstrait, c'est-à-dire de l'instinct à la conscience et à l'automatisme.⁵⁷²

⁵⁷² AGOSTI-GHERBAN Cristina, *op. cit.*, p 16.

Dans le tome II de son ouvrage *l'oreille musicale*,⁵⁷³ Edgar Willems consacre un chapitre entier à définir *la bonne oreille*. Il y distingue 3 types de fonctions auditives :

- La sensibilité auditive (réception),
- L'affectivité auditive (implique une sensation et une réaction),
- L'intelligence auditive (compréhension).

Largement influencé par la philosophie empiriste, Edgar Willems recommandera l'utilisation de l'audiomètre comme moyen pédagogique du développement auditif de ses élèves. « L'audiomètre est un genre d'harmonium à clavier chromatique qui comporte jusqu'à des cinquantièmes et des centièmes de ton » (Willems, 1968).⁵⁷⁴ Le test de Seashore créé en 1919, une batterie de tests destinée à mesurer le talent musical appelé *Measures of musical talent*⁵⁷⁵, permettra d'évaluer les différentes aptitudes musicales. Beaucoup plus tard, Gordon (2003)⁵⁷⁶ et Sloboda (1988)⁵⁷⁷ soutiendront également la même idée, à savoir qu'un test d'aptitude musicale est un outil d'enseignement.

On a souvent posé la question : « l'oreille musicale peut-elle être éduquée ? » Nous répondrons affirmativement ... La vue aussi peut être améliorée, car le peintre apprend à voir de mieux en mieux les couleurs et les formes, et l'on a même inventé des méthodes qui ont fait leurs preuves, par lesquelles on supplée au port de lunettes par des exercices quotidiens. Donc, si les facultés et les sens humains se développent, pourquoi en serait-il autrement pour l'audition ? Mais si tel est le cas, direz-vous, pourquoi ne s'en est-on pas occupé plus tôt ? Nous en trouvons la raison, en partie, dans la complexité de la nature de la musique ainsi que dans le fait que peu de musiciens sont psychologues et peu de psychologues, musiciens.⁵⁷⁸

Selon le pédagogue et musicien Jacques Chapuis, « la conception willemsienne ne part pas de

⁵⁷³ WILLEMS Edgar, *L'oreille musicale 2, la culture auditive, les intervalles et les accords*, Ed. Pro Musica: Genève, 1940.

⁵⁷⁴ WILLEMS Edgar, *L'éducation musicale nouvelle* (2^e éd.), Fribourg, Pro Musica, 1968, p. 24.

⁵⁷⁵ SEASHORE Carl E., *The Psychology of musical talent*, New York, Silver Burdett, 1919.

⁵⁷⁶ GORDON Edwin, *Learning sequences in music: A music learning theory*, Chicago, GIA Publications, 2003.

⁵⁷⁷ SLOBODA John A., *L'esprit musicien : la psychologie cognitive de la musique*, op.cit.

⁵⁷⁸ WILLEMS, *L'éducation musicale nouvelle*, op. cit., p. 20-21.

la matière, ni des instruments, mais de principes de vie reliant la musique et l'être humain, exaltant en tout premier lieu ce qui nous est à tous donné par la nature, au départ, soit notamment le mouvement et la voix. »⁵⁷⁹

L'initiation musicale est avant tout basée sur l'instinct rythmique des enfants et sur les développements de leurs capacités auditives. Elle comporte différents éléments de travail dont les principaux sont :

- Un matériel auditif varié (surtout sensorielle et affective) : voix, flûte à coulisse, flûte à clavier, piano, sirène, carillon, xylophone, etc.,
- Des frappés pour développer l'instinct rythmique,
- Des chansons soigneusement choisies afin de développer la sensibilité,
- Un vocabulaire de termes musicaux avec des mots simples et concrets pour l'enfant : un son, un intervalle, un accord, une mélodie, une chanson, un rythme etc.,
- La gamme diatonique de sept sons, envisagée comme un ensemble d'intervalles à partir d'un son initial, la tonique. Elle forme une suite régulière de degrés,
- Trois séries de symboles pour les sons : do, ré, mi etc. pour les noms des notes ; les chiffres romains pour les degrés de la gamme (I, II, III, etc.) et les chiffres arabes pour les intervalles (1er, 2e, 3e, etc.). L'écriture des valeurs rythmiques reste inchangée,
- Le battement de mesure pratiqué de façon naturelle et méthodique,
- Des marches caractéristiques ou des mouvements naturels, destinés à sentir le rythme physiologique et tout particulièrement, le sens du tempo.

Willems et Chapuis divisent cette initiation musicale en trois degrés pédagogique : la découverte sensorielle et auditive, la prise de conscience et l'introduction au graphisme, et enfin le stade pré-solfégique et pré-instrumental. A tous les niveaux, cette initiation doit largement faire place

⁵⁷⁹ CHAPUIS Jacques, *De l'Initiation musicale au Solfège vivant*, Panorama Pédagogique de l'Education Musicale Willems, 1, p. 1-8, 1980.

à l'improvisation rythmique et mélodique. Le solfège fait naturellement suite à cette initiation, dont il constitue en fait la quatrième étape, aboutissant à la maîtrise de la lecture et de l'écriture, c'est à dire à l'abstraction des phénomènes concrets.

Kémâl Afsin met en relation de manière tout à fait singulière les pédagogies de Maria Montessori et Edgar Willems en soulignant qu'ils jouent tous les deux sur ces pôles essentiels que sont le sensoriel, le mental et l'affectif. Ces trois pôles ne sont pas travaillés de manière séparée. Au contraire, ils se superposent et s'interpénètrent.⁵⁸⁰

Enfin la pratique instrumentale s'inspire des mêmes principes fondamentaux, avec une préférence pour l'apprentissage du piano. Pour Willems, il faut éviter un enseignement trop exclusivement instrumental qui privilégie l'aspect visuel et technique en le dissociant de l'aspect auditif et instinctif.

1.4. La méthode Maurice Martenot (1898-1980)

D'abord pianiste et violoncelliste, puis chef d'orchestre, Maurice Martenot servit de 1914 à 1918 dans les unités de transmissions. Sa fascination pour le son naîtra de cette période, car les postes utilisés pour les transmissions radio se servaient de lampes triodes. La pureté du son qui en ressortait impressionna grandement le musicien. Grand passionné de sciences, il souhaita dès lors inclure l'électricité dans l'instrumentation musicale de son temps. En 1919, il commença alors à faire ses recherches sur son futur instrument. « Les Ondes Martenot », qui figure parmi les toutes premières inventions de la musique électro acoustique, fut présenté dès 1928, à l'Opéra de Paris. Il se compose d'un clavier à sept octaves et d'un ruban qui, provoquant des oscillations électriques, crée des sons dont la richesse, le coloris, sont amplifiés par des haut-parleurs. La vibration répond aux moindres gestes de l'interprète, qui, de la main gauche, commande également, par des boutons, les changements

⁵⁸⁰ AFSIN Kémâl, *Psychopédagogie de l'écoute musicale*, Bruxelles, De Boeck Université, 2009.

de timbre et d'intensité. La première ondiste fut Geneviève Martenot, qui durant plus de 40 ans, présentera fidèlement l'invention de son frère à travers le monde. Jeanne Loriod deviendra l'élève et l'interprète privilégiée de Maurice Martenot. Elle créera un certain nombre d'œuvres de compositeurs de l'époque, dont celles d'Olivier Messiaen. Elle fondera également un quatuor, puis un sextuor d'ondes Martenot qui portera son nom. Succédant à son maître, Jeanne Loriod enseignera la technique de son instrument au Conservatoire National de Paris, à partir de 1970, ainsi qu'à la Schola Cantorum.



Figure 132: Les Ondes Martenot.

Concernant les fondements de sa pédagogie, il apparaît primordiale de se replonger dans le contexte socio-culturel de l'époque. François Joliat nous relate qu'au lendemain de la première guerre mondiale, « l'école française va élaborer un nouveau programme d'étude qui abandonnera l'accent mis sur le patriotisme, au profit d'une vision éducative basée sur le respect des besoins de l'enfant. »⁵⁸¹ Maurice Chevais (1880-1943) saura parfaitement intégrer cette réflexion dans ses

⁵⁸¹ JOLIAT François, « La genèse et le développement de l'éducation musicale à l'école : entre l'enseignement de l'art et l'éducation par l'art en Suisse romande », in M. Mellouki & A. Akkari (Ed.), *La recherche au service de la formation des enseignants, Actes de la recherche*, Vol. 7, 2009, p. 195-217.

ouvrages, prônant une « pédagogie active » de l'éducation musicale⁵⁸². Il utilise un nombre considérable de sources dans des domaines aussi divers que la littérature (Rousseau), la sociologie (Durkheim), la psychologie (Binet, Claparède, Decroly, Wallon, Piaget) et la pédagogie (Montessori, Dewey). Se basant sur les aptitudes auditives de l'enfant, par la passation de tests qu'il aura lui-même élaborés, Chevais élaborera une véritable didactique de l'éducation musicale.⁵⁸³ Elle passera par des exercices de pose de voix dont les notes de la gamme feront référence au corps par la « phonomimie » (précédemment énoncée dans notre chapitre sur la méthode Kodály) ou des exercices basés sur l'expression digitale de valeurs rythmiques appelée « dactylorythmie ».⁵⁸⁴ Désormais, les leçons de chant ne « mettront plus l'accent sur l'exposition et la décomposition de notions théoriques suivies de chants d'illustration »⁵⁸⁵, mais « articuleront le besoin d'activité de l'enfant avec la musique comme art du temps et du mouvement ».⁵⁸⁶

Maurice Martenot s'est largement inspiré des écrits de Chevais et de Willems dans la conception de sa pédagogie. Il s'intéressa tout particulièrement au problème de l'éducation musicale. Il mit au point avec ses sœurs, Madeleine et Ginette Martenot, une méthode d'enseignement qui, durant de longues années, mettrait en question les théories établies. La méthode Martenot développera une approche « psychopédagogique » de l'apprentissage musical. En enseignant la musique, Maurice Martenot s'est aperçu que la plupart de ses élèves instrumentistes manquaient de liberté dans leur geste, généré par des tensions intérieures plus profondes. Dès lors, la nécessité d'accorder d'abord « l'instrument humain », avant d'enseigner la musique lui est apparu comme une évidence. Après avoir expérimenté sur lui-même cette méthode de relaxation pendant plus de cinquante années de recherche, Maurice Martenot a proposé son cheminement basé sur des méthodes occidentales.⁵⁸⁷

⁵⁸² CHEVAIS Maurice, *Education musicale de l'enfance* (Vol. 1), Paris, Leduc, 1937.

⁵⁸³ CHEVAIS Maurice, *L'art d'enseigner* (Vol. 2), Paris, Leduc, 1943.

⁵⁸⁴ FIJALKOW Claire, « Du plaisir et de la méthode avant toute chose... » in C. Fijalkow (Ed.), *Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique*, Paris, L'Harmattan, 2005, p. 69-92.

⁵⁸⁵ MIALARET Jean-Pierre, « Maurice Chevais et la didactique de la musique à l'école », In C. Fijalkow (Ed.), *Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique*, Paris, L'Harmattan, 1995, p. 93-106.

⁵⁸⁶ CHEVAIS, 1943, *op. cit.*, p. 96.

⁵⁸⁷ MARTENOT Maurice & SAÏTO Christine, *La relaxation active ou kinésophie : le corps, expression de l'être*, Paris, Le Courrier du Livre, 2004.

L'importance de cette recherche autour de la relaxation active définit l'orientation de son travail : il ambitionne de devenir « Éducateur par l'Art ». « L'esprit avant la lettre, le cœur avant l'intellect », telle est la maxime qui se trouve en couverture des *Principes fondamentaux*.⁵⁸⁸ Pour Maurice Martenot, l'essentiel est que la musique parte d'une « pensée musicale » :

Il n'y a pas de musicien s'il n'y a pas de pensée musicale. C'est donc d'abord par le développement de cette faculté que passe tout apprentissage de la musique. Cette pensée musicale, qu'on peut aussi appeler chant intérieur, se développe par la mémorisation de mélodies dès le plus jeune âge. Elle se développe aussi par l'improvisation et la transposition spontanée. Derrière la pensée musicale, il y a tout simplement la vie. Le but de l'éducateur par l'art est de libérer, épanouir, respecter la vie, tout en inculquant les techniques. Il a pour mission de développer l'éveil, le sens de l'humain, le potentiel psychique, la stabilité continue d'attention, l'imagination créatrice et la maîtrise de soi.⁵⁸⁹

Les principes fondamentaux de cette éducation musicale peuvent être appliqués au dessin et à la danse aussi bien qu'au solfège et au piano. Basés sur les « trois temps Montessori » inspiré par la méthode d'Edouard Séguin⁵⁹⁰, à savoir *l'imitation, la reconnaissance et la reproduction*⁵⁹¹, ces principes se situent à l'opposé des méthodes traditionnelles en ce qu'ils explicitent le processus du passage du sensoriel à l'acquisition des connaissances.

1.5. La méthode Émile Jacques-Dalcroze

La rythmicienne et professeure Louise Mathieu, responsable du *Groupe international de recherche sur la rythmique Jaques-Dalcroze* (GIRRJD), nous présente ce dernier dans l'article *Un*

⁵⁸⁸ MARTENOT Maurice, *Principes fondamentaux de la formation musicale et leur application*, Paris, Magnard, 1996.

⁵⁸⁹ MARTENOT M. *op.cit.*, p.19.

⁵⁹⁰ SÉGUIN Édouard, *Traitement moral, hygiène et éducation des idiots*, Paris, J. B. Balliere, 1846.

⁵⁹¹ MONTESSORI Maria, *L'enfant*, Paris, Desclée de Brouwer, 1936, 12^e éd., tr. G.J.J. Bernard.

Né en 1865, mort en 1950, Émile Jaques-Dalcroze fut un homme aux multiples talents. Pianiste, compositeur, metteur en scène, il est considéré comme l'un des grands pédagogues du XX^{ème} siècle. Ses idées ont marqué plusieurs disciples artistiques. Précurseur de la danse moderne, il a également exercé une influence considérable sur le jeu scénique et la mise en scène moderne. En 1892, Jaques-Dalcroze est nommé professeur au Conservatoire de musique de Genève. C'est à cette époque qu'il se rend compte de la nécessité de réformer les programmes d'études et les méthodes d'enseignement de la musique qu'il considère trop fragmentés et trop intellectuels, déconnectés des sensations et des émotions de l'étudiant. Il s'appliquera donc à mettre au point une approche de la pédagogie musicale qui se fonde sur l'engagement de la personne toute entière et vise le développement harmonieux de l'ensemble de ses facultés. De là naîtra, avec le XX^{ème} siècle, *la Rythmique Jaques-Dalcroze*.⁵⁹³

Cette belle introduction nous permet de présenter à notre tour cette pédagogie que nous utilisons majoritairement auprès des enfants sourds avec lesquels nous travaillons quotidiennement. Nous nous sommes servis abondamment du très bel ouvrage de Marie Brice, *Pédagogie de tous les possibles...*⁵⁹⁴ et de celui de Marie-Laure Bachmann, un ouvrage de référence, *La Rythmique Jaques-Dalcroze, une éducation par la musique et pour la musique*.⁵⁹⁵

Marie-Laure Bachmann, directrice de l'Institut Jaques-Dalcroze de Genève de 1990 à 2006, a beaucoup œuvré pour que cette pédagogie dalcrozienne ait un plus grand rayonnement dans les diverses écoles européennes. Actuellement, il n'existe que trop peu de rythmicienne sur notre territoire. Il faudrait une vraie volonté politique pour repenser la place de l'éducation musicale au sein des écoles. Mais c'est un large débat qui n'est pas le propos véritable de ce chapitre.

⁵⁹² MATHIEU Louise, « Un regard actuel sur la rythmique Jacques-Dalcroze », *Recherche en éducation musicale*, N°28, Décembre 2010, p. 17.

⁵⁹³ JACQUES-DALCROZE Émile, *Le rythme, la musique et l'éducation*. éd. Foetisch, Lausanne, 1965 (original 1920).

⁵⁹⁴ BRICE Marie, *Pédagogie de tous les possibles... La Rythmique Jaques-Dalcroze*, Editions Papillon, Genève, 2012.

⁵⁹⁵ BACHMANN Marie-Laure, *La Rythmique Jaques-Dalcroze, une éducation par la musique et pour la musique*. A la Baconnière, Neuchâtel, 1984.

Nous avons été particulièrement sensible à cette affirmation de Dalcroze, « On n' écoute pas la musique uniquement avec les oreilles, on l'entend résonner dans le corps tout entier, dans le cerveau et dans le cœur ». ⁵⁹⁶



Figure 133 : Photo de Valérie Aeschimann, Institut Jacques-Dalcroze, Genève.

En mettant l'accent sur ses propres sensations, le corps prend le rôle d'« oreille portative » en ressentant et en écoutant dans son intégralité. ⁵⁹⁷ C'est ce qui nous a particulièrement intéressé dans cette approche pour l'enseignement auprès des enfants sourds. Marie-Laure Bachmann met d'ailleurs en avant que Dalcroze avait tout à fait l'intuition de la portée de sa méthode auprès d'un public élargi tel que les personnes en situation de handicap :

La diversité des domaines auxquels touche la rythmique, le nombre des aptitudes qu'elle est à

⁵⁹⁶ JACQUES-DALCROZE Émile, *Notes bariolées*, Jeheber, Genève, 1948.

⁵⁹⁷ DUTOIT-CARLIER Claire-Lise. *Emile Jaques-Dalcroze, créateur de la rythmique*. A la Baconnière, Neuchâtel, 1965, p. 391.

même de développer, en font un instrument particulièrement souple et économique pour qui entreprend d'aider un être en difficulté à découvrir-ou à redécouvrir- ses possibilités latentes. Très tôt, les élèves de Jacques-Dalcroze ont vu le parti qu'il y avait à tirer de la Rythmique dans le champ alors presque inexploré de l'éducation ou de la rééducation des handicapés sensoriels, mentaux et moteurs.⁵⁹⁸

D'après le pédagogue, la rythmique part de l'individu tel qu'il est et souhaite développer ses potentiels car « l'éducation ne consiste pas à créer chez l'élève des facultés qu'il n'a pas, mais bien plutôt à le mettre en mesure de tirer le plus grand parti possible des facultés qu'il a. »⁵⁹⁹ En voici les principaux fondements :

- « Développer le sentiment musical (dans le sens grec du mot) dans l'organisme tout entier,
- Créer le sentiment de l'ordre et de l'équilibre après avoir éveillé tous les instincts moteurs,
- Développer les facultés imaginatives. »⁶⁰⁰

Dalcroze insiste sur nos rythmes corporels. Ils sont composés de nos « battements de cœur », nous donnant inconsciemment l'idée de la mesure de par sa régularité. « L'acte respiratoire » nous renseigne sur la division du temps et enfin « la marche régulière » qui est un modèle parfait de mesure et de division du temps en parties égales. Sa méthode est un ensemble de principes pédagogiques basés sur « une éducation visant à ordonner les réactions nerveuses, à accorder muscles et nerfs, à harmoniser l'esprit et le corps »⁶⁰¹ Par ailleurs, Marja-Leena Juntunen et Leena Hyvönen, se sont penchées sur la réciprocité entre les découvertes empiriques de Jaques-Dalcroze et la phénoménologie de Merleau-Ponty. Car, tous les deux considèrent le corps et l'esprit indissociables l'un de l'autre.⁶⁰² Pour Merleau-Ponty, écrivent-elles, « *humans come to know the world by 'being- in-the-world'*

⁵⁹⁸ *Op. Cit.*, BACHMANN Marie-Laure, p. 91.

⁵⁹⁹ *Op. Cit.*, BRICE Marie, p. 27.

⁶⁰⁰ JACQUES-DALCROZE Émile, « La technique corporelle de la rythmique », *Le Rythme*, 1926, n°17, p. 2-3.

⁶⁰¹ JACQUES-DALCROZE Émile (1919), « Avant-propos », in *JACQUES-DALCROZE*, 1965, p. 5-8.

⁶⁰² JUNTUNEN Marja-Leena. « Embodiment in musical knowing: how body movement facilitates learning within Dalcroze Eurhythmics. » *British Journal of Music Education*. Vol.21, n°2, July 2004, p. 199-214.

through the body ». ⁶⁰³ Ainsi, « chez Merleau-Ponty, tout comme c'est le cas dans la conception dalcrozienne de l'apprentissage musical, le corps est perçu comme l'attribut constitutif de la connaissance. » ⁶⁰⁴ Louise Mathieu rappelle également que « Damasio considère que le savoir se construit dans et à travers le corps, dans et à travers les sensations que nous procure notre corps, ainsi que dans la prise de conscience que notre être les ressent. » ⁶⁰⁵ Jaques-Dalcroze ne disait-il pas justement, de façon imagée : « Que votre corps devienne de la musique ».



Figure 134 : « Rythmiciennes en plein air », photo de Frédéric Boissonnas, 1909-1910.

Annie Beck, Suzanne Perrottet, Jeanne Allemand et Clara Brooke.

Les trois matières principales dans cette pédagogie sont : la Rythmique, le Solfège et l'Improvisation. Deux enseignantes dalcroziennes, avec qui nous avons eu l'occasion de collaborer ⁶⁰⁶, Anne Gabrielle Peter-Chatoux et Claire Leleu rappellent les principes pédagogiques qu'elles utilisent :

⁶⁰³ *Ibid.*, p. 200.

⁶⁰⁴ *Op. Cit.*, Louise MATHIEU, p. 23.

⁶⁰⁵ DAMASIO Antonio R. *L'Erreur de Descartes. La raison des émotions*. Paris : Odile Jacob, 1995.

⁶⁰⁶ Lors d'une journée « Musique, Langage et Surdit   » organisée par Daniele Sch  n (Institut de Neurosciences des Syst  mes, Marseille) en Novembre 2016, nous avons   t   invit  s, Emmanuel Bigand et moi, afin de communiquer sur notre travail. C'est aussi    Marseille que nous avons pu participer pour la premi  re fois    un atelier sur la m  thode Dalcroze anim   par Anne Gabrielle Peter-Chatoux. Nous avons par la suite suivi cette initiation au Conservatoire de Vincennes.

- « La relation entre le temps, l'espace et l'énergie,
- Les réactions auditives, visuelles et tactiles (en imitation, conventionnelles, mixtes),
- L'association ou la dissociation de mouvements,
- L'incitation, l'inhibition (gestion de son influx nerveux),
- L'automatisation (la répétition inconsciente),
- La systématisation (la répétition consciente),
- Les exercices de groupe (sociabilisation),
- L'improvisation (la créativité). »⁶⁰⁷

Tous ces moyens sont utilisés au service de l'élève (bébé, enfant, adulte, sénior) afin de développer des outils nécessaires pour l'expression du musicien, du danseur ou du comédien. L'enseignement se fait principalement à l'aide du piano et de la voix, en s'appuyant sur les mouvements naturels du corps. Anne Gabrielle Peter-Chatoux précise que :

Pour une même notion on proposera plein d'approches différentes pour multiplier les chances qu'elle soit intégrée. Lorsque j'explique un triolet par exemple, on va d'abord faire entendre le triolet à travers des exemples musicaux. Ensuite on va le danser avec un foulard, on va le comparer avec un rythme qui ressemble beaucoup, mais qui est quand même différent, on va le chanter, taper sur un tambourin, faire écouter une chanson pour l'identifier... et après seulement on va dire à l'élève : ce que tu as fait, ressenti, marché, dansé, chanté, s'appelle un triolet et s'écrit de cette façon-là. De fait, lorsque l'enfant a intégré le triolet pratiquement sans se rendre compte, et qu'il prend son instrument, il le connaît déjà.⁶⁰⁸

Cette rythmicienne et présidente de l'association « Dalcroze France » fait finalement la

⁶⁰⁷ LELEU Claire et PETER-CHATOUX Anne Gabrielle, « La méthode Jacques-Dalcroze aujourd'hui », *Revue de l'APEMU*, 2017, p. 51-53.

⁶⁰⁸ KUBIK Suzana, « Vivre, ressentir, comprendre : l'enseignement musical selon la rythmique Dalcroze », Dossier *Éducation musicale dans le monde*, publié en ligne le 17 février 2017, France Musique. <https://www.francemusique.fr/savoirs-pratiques/vivre-ressentir-comprendre-l-enseignement-musical-selon-la-methode-dalcroze-32139>

synthèse des différents exercices de « réactions » typiques de l'approche dalcrozienne, concernant l'apprentissage du *triolet*. Il s'agit de développer des réflexes, d'être réactif aux différents stimuli physiques proposés. Lorsqu'un enfant joue une cellule rythmique au djembé par exemple, le reste du groupe réagit avec tout son corps et développe ainsi une sensibilité particulière. Ceci dans le but de développer la capacité à discriminer des gradations (même légères) de durée, de temps, d'intensité et de phrasé. L'utilisation de cette combinaison entre le rythme et le mouvement permet une relation singulière à l'autre, nécessitant la conscience mentale et kinesthésique de soi. Toutes ces sensations physiques sont transmises au cerveau comme des émotions et une compréhension plus développée de l'expérience musicale.⁶⁰⁹

2. Le pouvoir de la musique : concevoir un outil d'apprentissage de la texture destiné aux enfants sourds

« La danse joue un rôle capital dans les relations humaines, elle est une école du comportement social, de l'harmonie du groupe. La danse est l'école de la générosité et de l'amour, du sens de la communauté et de l'unité humaine. Tout être humain porte en lui un danseur. » Rudolf Laban

Partant du plaisir des enfants sourds à faire de la musique ensemble, nous avons réfléchi à l'élaboration d'un outil pédagogique qui nous permettrait de faire le lien entre leur perception de la texture et de la matière sonore à travers le mouvement. La perception musicale est intimement liée à l'action et vice versa. Renforcer ce couplage perception-action est tout à fait primordiale dans les mécanismes de plasticité cérébrale. Nous savons que la synchronisation du mouvement avec un son

⁶⁰⁹ PERRAUDEAU Sandrine, « Un Atelier Musical avec les enfants sourds », *Connaissances Surdités*, décembre 2012, n°42, p. 24.

est véritablement une compétence universelle spécifique à tous les êtres humains. L'intelligence du corps est au centre de nos préoccupations. Nous avons souligné que la musique représente une médiation privilégiée pour l'émergence de nombreuses habiletés cognitives, émotionnelles et motrices.

Quelques exemples pratiques de ce type d'éducation musicale permettront d'illustrer au mieux ce cadre théorique.

2.1. Présentation :

Les différents groupes d'enfants sourds (âgés de 3 à 12 ans) avec lesquels nous travaillons au C.E.O.P (Centre Expérimental Orthophonique et Pédagogique), bénéficient d'une séance hebdomadaire de 30 mn à 1 heure (selon leurs âges). Ils sont idéalement par groupe de 4 à 8 personnes. Nous avons créé également depuis l'année dernière un groupe parents/bébé sourd (une heure hebdomadaire) afin de stimuler au plus tôt l'audition du tout petit. Cela nous permet également d'accompagner au mieux les parents dans l'acceptation du handicap et de répondre à leurs interrogations dans la mesure du possible. La présentation ci-dessous correspond aux groupes d'enfants plus grands.

Une séance commence toujours de la même manière : les enfants se déchaussent et s'assoient en formant un cercle. Cette disposition nous permet de tous nous voir et facilite la concentration de chacun. Nous délimitons ainsi notre espace de travail.

Il s'agit de mémoriser une suite de gestes corporels (non-signifiants) inventés par chaque enfant à tour de rôle. L'idée est que chacun puisse exprimer ce qu'il est, en partageant librement son émotion du moment, en utilisant la partie du corps de son choix. Par la répétition, les enfants entraînent leur mémoire et prennent conscience de la successivité. Après avoir mémorisé cette "phrase" mimo-gestuelle, nous la travaillons dans sa globalité en rythme. Ici, tous les enfants jouent en même temps et prennent conscience de la simultanéité (deux notions par ailleurs essentielles en langage).

Une phase d'éveil corporel termine cette mise en condition : étirements, bâillements, tension et relâchement des différentes parties du corps, prise de conscience de l'acte respiratoire. Petit à petit va s'installer une certaine harmonie, car nous aurons partagé ensemble nos sensations en respectant la proposition de mouvement de chacun, ce qui va nous permettre de développer un lien précieux, un sentiment d'appartenance.



Figure 135 : Illustrations de la phase d'éveil corporel.

Les enfants sont alors disponibles, en éveil. Nous pouvons commencer des petits jeux d'écoute musical, comme le « jeu de Kim » par exemple, très apprécié des enfants.

Un enfant se cache derrière un paravent et choisit pour commencer, trois instruments de son choix, présents dans la salle de musique. Le reste du groupe attend au fond de la pièce. L'enfant (le leader) joue et fait écouter aux autres ces trois instruments dans un ordre connu de lui seul. Les autres doivent bien sûr écouter et découvrir l'ordre choisi par ce dernier. L'enfant qui a trouvé la bonne combinaison peut alors prendre la place du premier et ainsi de suite... Chez les plus jeunes, nous n'irons pas au-delà de cinq instruments. Pour les plus expérimentés, ils sont en mesure d'aller jusqu'à neuf.



Figure 136: « Jeu de Kim ».

Cet exercice exige l'identification, la mémorisation puis la reproduction fidèle de la successivité des instruments entendus. Le plaisir du geste occupe ici une place toute particulière, car l'enfant caché ose s'exprimer davantage et enrichit ses connaissances tant sur le plan corporel que musical. Ce jeu permet aussi une prise de conscience du lien entre ses perceptions et ses productions. « D'une manière générale, le jeu instrumental réalise cette liaison sensori-motrice dans laquelle la musique est perçue à la fois comme geste et comme son ».⁶¹⁰

2.2. Développer la conscience rythmique à travers le mouvement :

Grâce à des mouvements naturels comme la marche ou les déplacements dans une salle, la sensation musculaire va pouvoir s'exercer et s'associer au phénomène sonore grâce à la musique

⁶¹⁰ CELESTE Bernadette, DELALANDE François, DUMAURIER Elisabeth, *L'enfant, du sonore au musical*, Paris, Buchet/Chastel-INA, coll. Bibliothèque de Recherche Musicale, 1982, p. 165.

proposée par l'enseignant ou l'enfant. Le plus important est d'être dans l'action, de prendre conscience de son corps en mouvement et d'y être attentif. Ce qui va pouvoir créer des images audio-motrices pour constituer un répertoire de perception enrichissant la musicalité de l'enfant. Même si bouger en rythme peut sembler simple, cela fait appel à un réseau complexe de régions cérébrales. Nous avons vu que le rythme musical stimule également les régions cérébrales dédiées au cortex moteur (Kotz et al., 2011).⁶¹¹

De plus, grâce aux nombreuses études scientifiques sur le sujet, nous connaissons aujourd'hui les bienfaits du mouvement et de la danse, dans les maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson ou la maladie d'Alzheimer (Spaulding et al., 2012⁶¹²; Duncan et Earhart, 2014⁶¹³; Lazarou et al., 2017)⁶¹⁴. Dans ce qui nous préoccupe, il est tout à fait indispensable de proposer des exercices dansés de façon ludique et motivante pour l'enfant. Le point de vue de la danseuse Doris Humphrey nous semble intéressant d'être mentionné. Dans son ouvrage, *The Art of making dances* (1959)⁶¹⁵, elle écrit que « le mouvement sans motivation est impensable ». Juste le fait de produire des mouvements peut être une motivation en soi. Elle poursuit en affirmant « je vis, donc je bouge ». La pédagogie Dalcrozienne nous semble partir de ce même élan vital. Le point d'entrée de la corporéité passe par les sensations corporelles chez l'enfant et lui fournissent un outil indispensable pour éveiller son imagination.

Pour favoriser cela, voici quelques exemples d'exercices typiques de cette pédagogie :

- Grâce à leurs déplacements, les notions de « poids » leur permettront de sentir et de prendre

⁶¹¹ KOTZ Sonja A. E. & SCHWARTZE Michael, « Differential Input of the Supplementary Motor Area to a Dedicated Temporal Processing Network: Functional and Clinical Implications », *Frontiers in Integrative Neuroscience*, Vol. 5, 2011, p. 86.

⁶¹² SPAULDING Sandy J., BARBER Brittany, COLBY Morgan, CORMACK Bronwyn, MICK Tanya & JENKINS Mary E., « Cueing and Gait Improvement Among People with Parkinson's Disease: A Meta-Analysis », *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 94, 2012, p. 562-570.

⁶¹³ DUNCAN Ryan P., EARHART Gammon M., « Are the effects of community-based dance on Parkinson disease severity, balance, and functional mobility reduced with time? A 2-year prospective pilot study », *Journal of alternative and complementary medicine*, Vol. 20, n°10, p. 757-763.

⁶¹⁴ LAZAROU Loulietta, PARASTATIDIS Themis, TSOLAKI Anthoula, GKIOKA Mara, « International Ballroom Dancing Against Neurodegeneration: A Randomized Controlled Trial in Greek Community-Dwelling Elders With Mild Cognitive impairment », *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, Vol. 32, n°8, p. 489-499.

⁶¹⁵ HUMPHREY Doris, *Construire la danse [The Art of making dances, 1959]*, Paris, L'Harmattan, 1998, p. 126.

conscience de la métrique et de la mesure dans la musique,

- A travers la tension et détente musculaire, le ressenti des nuances sera plus aisée,
- L'orientation dans l'espace pourra aider les enfants à découvrir le phrasé,
- L'utilisation de l'espace enrichira la conscience de l'espace sonore.

Nous utilisons du matériel comme des balles, des cerceaux, des bâtons colorés... tout ce que notre imagination peut nous dicter sans limites. Il faut prendre le temps d'expérimenter, d'essayer des choses et de se tromper. Il est essentiel d'encourager les enfants à proposer tel ou tel matériel. La fierté ressentie par l'enfant et surtout les possibilités dont il dispose de choisir par lui-même sont si précieuses.



Figure 137 : Travail autour de la mesure à 4 temps avec des bâtons colorés

Il est possible, dans un second temps, de proposer aux enfants d'associer une action à un instrument. Par exemple, sur la cymbale, les enfants tournent, sur le triangle, on se met sur la pointe des pieds, etc. L'idée étant de faire correspondre un mouvement à la qualité du timbre proposé. La mémoire kinesthésique aidera ici à reconnaître de manière ludique chaque instrument et leur succession dans le temps. L'enfant développe alors, ce que Piaget, rappelons-le, a mis en évidence : le principe « d'assimilation » et « d'accommodation ». Par exemple, si un enfant entend une cymbale,

son impulsion première sera de tourner sur lui-même puisqu'il l'a travaillé ainsi. Et si le coup de cymbale est joué « fortissimo », il pourra accommoder en amplifiant son mouvement ou en tournant plus vite notamment. « Assimilation » et « accommodation » sont inséparables l'une de l'autre. Nous assistons à un perpétuel va et vient entre ces deux actions essentielles. Cette activité peut aider à mobiliser ces principes piagétiens.⁶¹⁶



Figure 138 : Travail de la conscience rythmique à l'aide de balles.

« Le but des études rythmiques est de régulariser les rythmes naturels du corps et, grâce à leur automatisation, de créer dans le cerveau des images rythmiques définitives. »⁶¹⁷

2.3. Improvisation et Création

2.3.1. Exploration instrumentale :

Nous jouons dans un premier temps avec des instruments de petite percussion (tambourins,

⁶¹⁶ PIAGET Jean, *Naissance de l'intelligence chez l'enfant*, op. cit.

⁶¹⁷ JAKUES-DALCROZE Emile. « La rythmique et la plastique animée », *Le rythme, la musique et l'éducation*, 1965, p. 137.

claves...) avec pour objectif de :

- Prendre conscience de notre corps en mouvement,
- Entraîner la coordination entre les pieds et les mains,
- Travailler les différents niveaux de dissociation : entre les pieds et les mains (motricité globale), entre les mains et les doigts (motricité fine),
- Établir une autre forme de relation dans le groupe.

Dans un second temps, les enfants explorent librement les instruments qui sont mis à leur disposition tels que des triangles, maracas, tambourins, xylophones ou carillons, guiros, claves, des « tubes mélodiques », djembé, etc. au final, ce qui ressemble finalement à l'*instrumentarium* de Carl Orff, dont nous avons déjà parlé au cours de ce sixième chapitre (Cf. Figure 129). La découverte se fait sur plusieurs séances, les enfants sont amenés à manipuler tous les instruments, à explorer leur sonorité, leur matériau, leur texture, etc. Nous pouvons alors échanger sur les techniques ou les stratégies mises en place pour faire de la musique avec tel ou tel instrument. Un travail sur les techniques de jeu est réalisé avec les enfants. Ils apprennent alors à contrôler et à préciser leurs gestes pour jouer.

2.3.2. Improvisation dansée :

Nous pouvons proposer également aux enfants un ruban de gymnastique, qu'ils affectionnent tout particulièrement, pour travailler en profondeur une cellule rythmique, comme deux croches/noire par exemple. La consigne étant de dire « Suivez ce que vous entendez au piano et dessinez-le avec votre ruban. » Ainsi les élèves dessinent avec leur ruban ce qu'ils entendent. Nous enchaînons alors au piano, des phrases qui toutes comportent deux croches/noire, mais les enfants ne le savent évidemment pas. Cet exercice fait appel à une perception globale. Même si le but est d'apprendre cette cellule rythmique tout particulièrement, il importe de laisser le temps d'explorer la sensation corporelle des rythmes. On ne fait pas appel à l'analyse ici, mais plutôt au ressenti.

Les enfants n'ont même pas besoin de savoir ce qui se passe dans la musique, ils n'ont qu'à se laisser guider par ce qu'ils entendent. En revanche, nous exigeons une certaine précision de mouvement, afin de voir les rythmes se dessiner. Les mouvements du ruban et du corps doivent rendre visible la musique entendue.



Figure 139 : Utilisation du ruban

2.3.3. Improvisation instrumentale :

En partant d'une musique appréciée de l'enfant, nous aimons bien proposer l'utilisation d'un ou plusieurs instruments afin de permettre à l'enfant de s'exprimer. En improvisant, les enfants explorent les caractéristiques de leur corps, ils reconnaissent et expriment leurs sentiments et développent une meilleure compréhension du monde environnant. Pierre Schaeffer, dans son célèbre *Traité des objets musicaux*,⁶¹⁸ « valorise les "sons" plutôt que les "notes", non pas leur origine ou leur signification, mais leur mouvement, leur texture, leur couleur. »⁶¹⁹ C'est en créant des espaces sonores

⁶¹⁸ SCHAEFFER Pierre, *Traité des objets musicaux*, Paris, Seuil, 1966.

⁶¹⁹ PROULX Monique Désy, *Pourquoi la musique ? Son importance dans la vie des enfants*, op. cit., p. 219.

que les enfants découvrent qu'ils peuvent « composer ». Ils n'ont pas forcément des modèles à suivre ou à reproduire. En ne se préoccupant pas forcément de la tonalité et de ses codes, ils ont directement accès au monde sonore selon leurs moyens et leur personnalité.

2.3.4. Création de partition comme des « *Paysages sonores* » :

Des musiciens tels que John Paynter⁶²⁰ ou R. Murray Schafer⁶²¹, et plus tard François Delalande⁶²², Monique Frapat⁶²³ et Claire Renard ont totalement inspiré ma démarche autour de la création avec les enfants sourds.⁶²⁴ Cette dernière propose d'aborder le jeu musical par le geste comme « l'intermédiaire entre la pensée musicale et le son produit ». ⁶²⁵ Par exemple, pour jouer avec la texture, nous pouvons proposer ce type d'improvisation où les enfants joueront d'un instrument les uns après les autres, ce qui va densifier la matière sonore ou au contraire la faire disparaître, jouant sur la densité du son. Le volume sonore va varier mais les enfants, eux, devront garder la même intensité sonore par exemple.

Ce qui est particulièrement intéressant dans ce type d'approche, c'est de proposer un enseignement musical fondé sur la créativité, l'expression libre, ainsi que sur un retour à l'élément fondamental de la musique : le son. En travaillant sur la matière sonore et la texture, il devient alors possible d'aborder l'interprétation, l'improvisation et la composition musicale. Les sons peuvent alors être assemblés comme pourraient l'être les couleurs d'une peinture abstraite. Nous avons d'ailleurs mené un projet entre le pictural et la création musicale avec un petit groupe d'élèves sourds signants de 10-12 ans au Ceop, en collaboration avec Philippe Séro-Guillaume, qui nous a ouvert les

⁶²⁰ FINNEY John, « John Paynter, music education and the creativity of coincidence », *British Journal of Music Education*, Vol. 28, n°1, 2011, p. 11-26.

⁶²¹ SHAFER Raymond Murray, *Le paysage sonore, le monde comme musique (The Tuning of the World, 1977)*, Marseille, éditions Wild Project, 2010.

⁶²² DELALANDE François, *La musique est un jeu d'enfant, op. cit.*

⁶²³ FRAPAT Monique, *L'invention musicale en maternelle*, Centre régional de documentation pédagogique de Versailles, 1990.

⁶²⁴ DESROCHES Monique, STÉVANCE Sophie et LACASSE Serge, *Quand La Musique Prend Corps*. Presses De L'Université De Montréal, 2014.

⁶²⁵ RENARD Claire, *Le geste musical*, Van de Velde, 1982.

portes de son atelier. Il est interprète en langue des signes, docteur en traductologie, directeur de la Section Interprétation en Langue des Signes de l'École Supérieure d'Interprètes et de Traducteurs (ESIT). Son ouvrage, *Langues des Signes, Surdité et accès au langage* (2008)⁶²⁶ est une référence, car ses recherches mettent en évidence les bases constructivistes psycho-mécaniques inhérentes à l'activité langag re qu'elle soit signée, parlée ou écrite. Il a proposé une analyse des différents mécanismes d'apprentissage de la langue.

Sur une proposition de ces enfants, il s'agissait d'illustrer musicalement le tableau ci-dessous. Les enfants ont aussi travaillé leur créativité et leur imagination en produisant un texte écrit de manière collective.

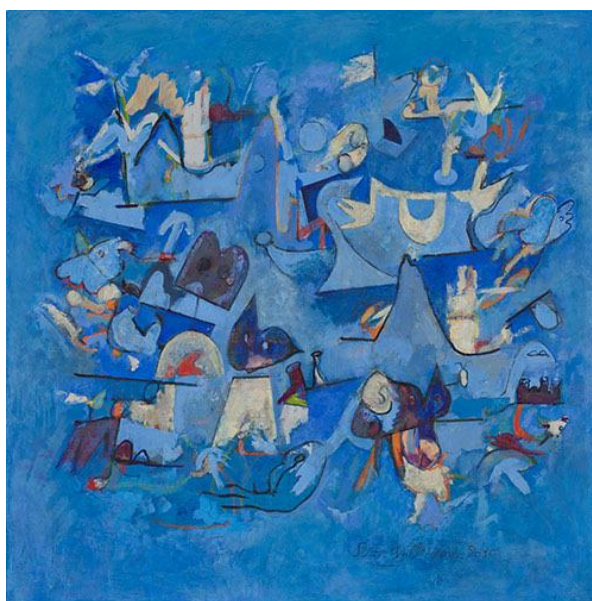


Figure 140 : *Composition*, 2015 de Philippe Séro-Guillaume,
Huile sur toile, 100 x 100 cm

Nous avons réalisé un premier graphique représentant les différents flux auditifs, une sorte d'architecture globale où chaque enfant s'intégrait dans la matière sonore. Le premier élément important pour eux a été d'exprimer l'intensité : ce que l'on distingue en bas à gauche de la photo. Nous avons désigné un instrument pour chacun et élaboré, selon nos émotions et nos sensibilités, le

⁶²⁶ SÉRO-GUILLAUME Philippe, *Langues des Signes, Surdité et accès au langage*, Neuilly-Plaisance,  d. Du Papyrus, 2008.

début d'une partition. Grâce à cette pratique collective, l'enfant se construit en tant que personne au sein du groupe et grâce au groupe. En effet, l'enfant sourd, tout en apprenant à respecter des règles, construit son savoir seul mais il a besoin des autres pour le structurer et le faire évoluer.

Chaque instrument entrait successivement constituant un immense crescendo orchestral en quelque sorte, arrivant à son climax pour redescendre peu à peu et terminer avec l'instrument initial : un tambour océan. Le contexte imaginé était de représenter une île bleu azur et ses habitants : divers animaux (baleine, dinosaure, girafe, éléphant, renard, etc.).

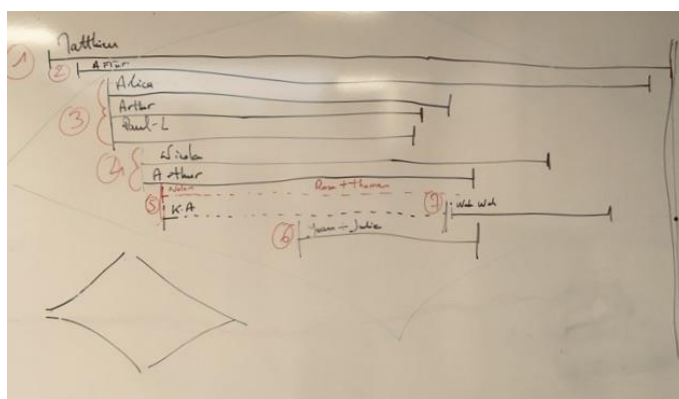


Figure 141 : Premier jet de notre travail.

Après avoir travaillé leurs parties séparément, ils ont pris un immense plaisir à jouer ensemble. Tous les enfants sont attirés spontanément par le jeu instrumental : plaisir de la découverte, plaisir du geste, plaisir de la production.

Finalement, après avoir joué les propositions des uns et des autres, nous nous sommes mis d'accord pour aboutir à la partition finale ci-dessous (fig. 142).

Dans cette perspective, le fait d'enseigner la musique comme phénomène sonore, permet d'accéder à une plus large compréhension de toutes les musiques, autant les musiques tonales que les musiques non tonales ou extra-occidentales. Les enfants sont donc invités à penser la musique sous forme de textures, avec des termes comme doux/rugueux, chaud/froid, léger/lourd, etc., le plus souvent corrélés avec des émotions comme la tristesse, la gaieté, la peur, etc.

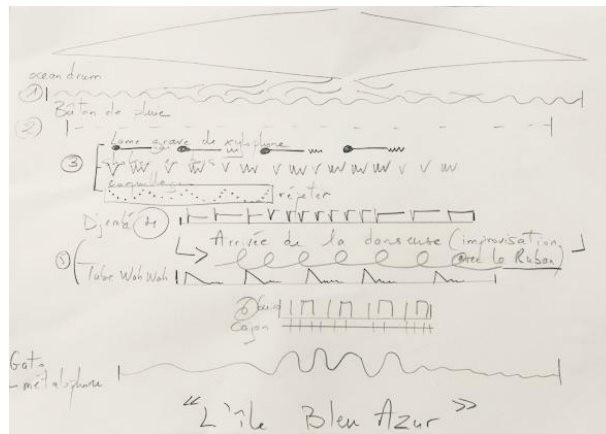


Figure 142 : Partition collective de *l'île Bleu Azur*.

Le rôle de l'enseignant consiste à stimuler l'écoute et la curiosité des enfants par la présence accrue d'exercices d'improvisation, d'expression, de travail corporel, afin de développer leur jugement esthétique. De cette manière, les enfants pourront apprendre d'eux-mêmes, en procédant par tâtonnement tout en essayant de résoudre les divers problèmes rencontrés dans leur démarche artistique.



Figure 143 : Concert des enfants devant Philippe Sero-Guillaume au Ceop.

Finalement, notre démarche pourrait s'inscrire dans un processus de « recherche-crédation » défini par Gosselin notamment.⁶²⁷ Les travaux réalisés dans ce sens par Grazia Giacco et le GREAM (Groupe de recherches expérimentales sur l'acte musical) à Strasbourg nous intéresse tout

⁶²⁷ GOSSELIN Pierre & LE COGUIEC Éric, *La recherche création : Pour une compréhension de la recherche en pratique artistique*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2006.

particulièrement.⁶²⁸

2.4. Le rôle essentiel des comptines :

L'importance des comptines, pendant les premières années de l'enfance est fondamentale. Nous pouvons affirmer qu'elles soutiennent la communication préverbale de tout petit. Trevarthen et Malloch (2009) ont développé le concept de *musicalité communicative* afin de décrire la capacité du tout petit à communiquer avec les autres.⁶²⁹ Ces chercheurs ont montré que les bébés étaient capables très précocement de s'impliquer dans des échanges sociaux et d'avoir une influence sur eux. Nous avons également vu que le *motherese* participait à la construction de la communication mère-enfant. Lors de ces échanges, la communication est polysensorielle : le regard, les mouvements du corps et la voix sont corrélées. Déjà, l'implication du corps tout entier nous renseigne sur les émotions, au niveau de sa tonicité ou de son relâchement (tension/détente). La conception du danseur et chorégraphe Rudolph Laban développée dans les années 1950 pose les bases du rôle de l'expression corporelle.⁶³⁰ Il énonce quatre facteurs constitutifs du mouvement : le poids, le flux, l'espace et le temps. Il ajoute la notion essentielle de l'« effort » qui désigne « les impulsions intérieures dans lesquelles le mouvement prend son origine ».⁶³¹ Selon lui, ces éléments sont « les clefs permettant de comprendre ce qu'on pourrait appeler l'alphabet du langage du mouvement ».⁶³² Tous ces éléments sont déjà présents chez le nouveau-né. De plus, selon l'âge et le comportement de son enfant, la mère adaptera son chant. Anne Delavenne et collaborateurs (2013) ont mis en évidence cela en demandant aux mères de chanter la même chanson à deux moments différents : au 3 mois puis au 6 mois de leur enfant. Une analyse acoustique a permis de montrer que les mères avaient un chant beaucoup plus

⁶²⁸ GIACCO Grazia et LORANT Sonia, « Pour une didactique de la création artistique : Axes, projets, bilan (2014-2016) », *Le Ragioni di Erasmus-Revue en ligne de l'Université de Roma 3*, Roma TrE-Press, 2017, p. 153-168.

⁶²⁹ TREVARTHEN Colwyn et MALLOCK Stephen, « Musicality: Communicating the vitality and interests of life », *Communicative musicality: Exploring the basis of human companionship*, New York, Oxford University Press, 2009, p. 1-11.

⁶³⁰ LABAN Rudolph, *La maîtrise du mouvement*, Arles, Acte Sud, 1994.

⁶³¹ *Ibid.*, p. 49

⁶³² *Ibid.*, p. 152.

marqué au 6 mois de leur petit. Ce qui suggère que les mères devaient ajuster leur chant en fonction du développement de leur enfant de manière intuitive. Ces études sont corroborées par les recherches de Sandra E. Trehub : « Les nourrissons sont sensibles aux modèles de sons perçus par les adultes comme « musicaux », tels le contour d'une mélodie et les intervalles les plus bas d'une série harmonique comme la quinte juste ; ils peuvent aussi reconnaître des séquences de sons dans diverses transpositions et divers tempos. On connaît bien leur sensibilité à la mélodie sous forme de berceuse (Trehub & Trainor, 1998)⁶³³ ».

Les comptines s'inscrivent dans notre patrimoine culturel. La plupart sont très anciennes. La forme de la comptine est multiple, cependant nous pouvons dire qu'elle est souvent divisée en couplets séparés d'un refrain. Elle prépare l'enfant à recevoir les principales composantes du langage, à savoir le rythme et l'intonation. La comptine est un moyen simple pour réguler les émotions des bébés. Leur but est manifestement ludique, car elles sont source de plaisir partagé. L'aspect rythmé des comptines et leur répétition permet aux bébés de développer des capacités attentionnelles ainsi que des capacités d'anticipation, car la familiarité des chansons entendues va lui permettre de prédire la suite des événements (Stern, 1989).⁶³⁴

Pour un bébé sourd, comme chez un bébé normo-entendant, les comptines vont éveiller son intérêt pour le monde sonore et donner du sens à son environnement. Après la mise en place d'un appareillage adapté le plus tôt possible, le bébé sourd pourra développer les mêmes types de compétences grâce à l'apport de la comptine notamment. Elle va l'accompagner tout au long de son développement psycho-affectif et favorisera son développement linguistique. Multimodale, la comptine fait intervenir l'audition, la vision et la motricité. Elle contribue à la structuration du temps, de l'énergie et de l'espace. C'est grâce à cela, que pourront se construire la langue et la pensée. La comptine permettra aussi d'établir des liens avec l'analyse des éléments pertinents de la voix et de la parole, le travail d'articulation et de conscience phonologique. Tous ces liens se feront

⁶³³ TREHUB Sandra & TRAINOR Laurel, « Singing to infants: Lullabies and play songs », *Advances in Infancy Research*. Vol. 12, 1998, p. 43-77.

⁶³⁴ STERN Daniel, *Le monde interpersonnel du nourrisson*, op. cit.

harmonieusement grâce au soutien essentiel de sa famille.

Ainsi, de par les échanges relationnels ludiques et dynamiques entre le bébé sourd et son entourage, la comptine offrira au bébé la possibilité de combiner « des perceptions auditivo-verbales, des perceptions kinesthésiques, multisensorielles et somesthésiques. »⁶³⁵

Au niveau pédagogique, l'utilisation de la voix associée aux gestes permet d'aborder une réflexion intéressante menée par Grazia Giacco (2016) à propos du processus de création autour de la notion de geste visuel, sonore et tactile.⁶³⁶ Il s'agit ici de repenser la place de la voix, « La voix n'est pas uniquement une voix chantée : un lien profond l'unit au corps, une voix qui grâce à l'expression gestuelle, corporelle, peut être exploitée dans toutes ses possibilités paramétriques, sonores-quantitatives et qualitatives. »⁶³⁷ Par rapport à la surdité, cette problématique prend tout son sens. Le « Moi-Peau » développé par Didier Anzieu (1985)⁶³⁸ et rappelé par Grazia Giacco, constitue un concept psychanalytique majeur, remplaçant le corps au centre de toutes les attentions. Il explique comment se construit le sentiment d'existence, d'identité du bébé, ce sentiment d'être « une personne unifiée » pour Anzieu. Ce dernier s'inspirera notamment des travaux de l'éthologue Lorenz sur « l'empreinte »^{639 640} et des travaux du pédopsychiatre Winnicott à travers la notion de *holding*.⁶⁴¹ C'est pourquoi les gestes maternels, réalisés au moment des soins du tout petit mais aussi au moment des échanges vocaux-gestués des comptines, correspondent aux premiers messages d'une communication pré-verbale précoce essentielle.

Dès lors, la place du corps, central dans les méthodes actives musicales exposées tout au long de ce chapitre, devient un concept clef dans l'élaboration d'une pédagogie musicale auprès des

⁶³⁵ DELAROCHE Monique, *op. cit.*, p. 31.

⁶³⁶ GIACCO Grazia, « Geste et voix, entre corps et souffle : pour une didactique de la création artistique », *Revue Recherche en éducation musicale*, n° 33, Juillet 2016, p. 63-89.

⁶³⁷ *Ibid.*, p. 72.

⁶³⁸ ANZIEU Didier, *Le Moi-peau*, Paris, Dunod, 1985.

⁶³⁹ LORENZ Konrad, *Evolution et modification du comportement*, éd. Payot&Rivages, 2007.

⁶⁴⁰ LAMBERT Nelle et LOTSTRA Françoise, « L'attachement. De Konrad Lorenz à Larry Young : de l'éthologie à la neurobiologie », *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, Vol. 35, n°2, 2005, p. 83-97.

⁶⁴¹ WINNICOTT Donald Woods, « La théorie de la relation parents-nourisson », in *De la pédiatrie à la psychanalyse*, Paris, Payot, 1969, p. 61.

enfants sourds.

2.5. Création d'un « Jardin des Sons »

Depuis quelques années, nous animons également deux ateliers musicaux hebdomadaires au CHU de Dijon à destination des enfants et des adultes sourds implantés. Ce qui a donné naissance à une réflexion autour de leur perception. Nous avons alors élaboré avec Frédéric Voisin, Emmanuel Bigand et Philippe Lalitte au LEAD (Laboratoire d'Étude des Apprentissages et du Développement) un projet de recherche nommé « Jardin des sons », en utilisant les mêmes textures présentes dans notre première expérimentation, afin de créer un espace sonore ludique où les enfants sourds se déplaceraient munis de capteurs sensoriels. Selon leurs déplacements, cela pourrait nous renseigner sur leurs préférences, ce qu'ils perçoivent le mieux etc...



Figure 144 : Salle d'interaction *Musique-Geste* LEAD.

Ce dispositif de sonification musicale du mouvement nous a permis d'amener les enfants sourds implantés à explorer le plus grand nombre de dimensions du son et de la musique avec une participation active de l'ensemble du corps et par la même occasion d'explorer leurs propres capacités auditives.

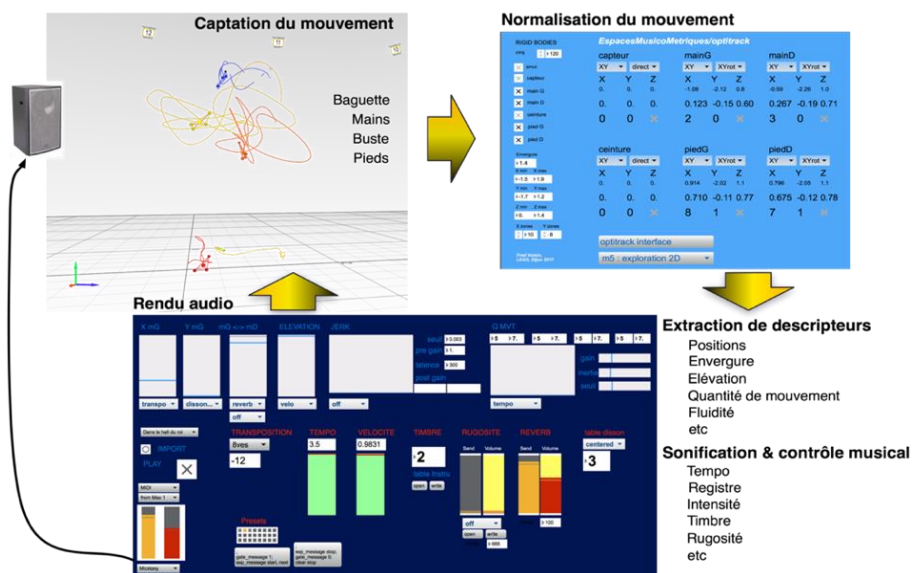


Figure 145 : Schéma général de l'interface musicale.

Neuf modules d'exploration sonore et musicale ont été conçus :

- Audiométrie active : *Les fils sonores, La pêche aux mots, La chasse au trésor.*
- Exploration du son musical : *Jeu de la statue, Jeu avec deux dimensions sonores, Jeu avec plusieurs dimensions sonores.*
- Explorations polyphoniques : *Mimer c'est jouer, Mix et remix, Danse avec les voix.*



Figure 146 : Expérimentation des enfants sourds implantés au LEAD.

Ils ont été expérimenté par nos élèves à plusieurs reprises. Ces modules comportent tous des niveaux de difficultés progressifs, en relation direct avec leurs capacités psychomotrices

Voici une présentation détaillée de l'avancement de ce projet en cours de finalisation.

2.5.1. Audiométrie active

- **Les fils sonores virtuels** : Au moyen d'une baguette, l'enfant tire l'un après l'autre différents fils virtuels qui représentent des fréquences fixes dont l'intensité décroît lorsqu'il traverse la salle jusqu'à devenir inaudible. Dans une première phase, pour chaque fil (fréquence), l'enfant marque le sol de sa baguette lorsqu'il arrive au bout du fil, c'est à dire lorsqu'il ne l'entend plus. Dans une seconde phase, l'enfant doit retrouver chacun des bouts de fil en partant du silence cette fois-ci.

Notre objectif principal étant de familiariser l'enfant avec la sonification de l'espace. Nous cherchons à évaluer le seuil de perception tonale de l'enfant.

- **La pêche aux mots** : A l'aide d'une baguette, l'enfant recherche des puits virtuels d'où émergent des voix à peine audibles : plus la baguette est proche du sol, plus on entend les voix. A chacun des puits qu'il trouve, l'enfant en extrait tous les mots, en les répétant un à un : à chaque extraction, l'intensité des mots diminue de 4 dB. Lorsque le puit est vide, les mots étant devenus inaudibles, l'enfant recherche le puit suivant.

L'objectif est d'évaluer leur seuil de perception et leur seuil d'intelligibilité vocale.

- **La chasse aux trésors** :

L'enfant effectue un jeu de piste dans la salle. Des coups de baguette déclenchent l'énonciation vocale de consignes qu'il doit suivre. L'enfant est amené à parcourir six « scènes auditives » typiques (par exemple : la rue, la cantine, la cours de récréation, la mer) associées à six zones différentes dans la salle. La hauteur de la baguette détermine le rapport signal bruit de la consigne vocale (voix/scène auditive).

2.5.2. Exploration du son musical

- **Le jeu de la Statue** : L'enfant accompagne la musique en bougeant et en se déplaçant comme il veut. Lorsque la musique s'interrompt, l'enfant doit rester immobile. Lorsqu'elle reprend, l'enfant peut recommencer à bouger. A chaque reprise, l'intensité de la musique diminue de 4 à 6 dB. Dans une première phase, les arrêts sont automatisés, aléatoires ou structuraux (prédictibles). Dans

une deuxième phase, c'est l'enfant qui décide de l'arrêt et du recommencement de la musique.

L'objectif consiste à évaluer leurs seuils de perception avec des sons musicaux.

- **Jeu avec deux dimension sonores** : Explorer les dimensions du son et de la musique par les mouvements du corps et les déplacements dans l'espace qui font varier deux dimensions musicales à fois, notamment le tempo de la musique et le registre des instruments.

L'objectif est d'apprendre aux enfants à interagir avec la musique par le mouvement et la position dans l'espace.

- **Jeu des effets musicaux** : Explorer différents effets musicaux par les mouvements plus précis des mains, outre les positions dans l'espace : tempo, registre, mais aussi intensité, consonances, dissonances, rugosité, réverbération... L'espace est exploité dans ses 3 dimensions.

Notre objectif consiste à aider l'enfant à se familiariser avec la diversité des dimensions et qualités musicales en apprenant à contrôler ses gestes.

2.5.3. Exploration polyphonique

- **Mimer c'est jouer** : Lorsque l'enfant mime un instrument (violon, trombone, flûte traversière, batterie), il s'entend en jouer comme s'il avait déjà commencé à apprendre à en jouer... A différentes positions dans l'espace correspondent différents styles de musique.

Il s'agit ici de familiariser l'enfant au contrôle du phrasé et à l'expressivité musicale par le geste.

- **Mix et Remix** : L'enfant se tient debout au milieu de la salle. Des « fenêtres » invisibles que l'on peut ouvrir ou fermer plus ou moins, sont disposées ici et là autour de lui. Elles permettent d'entendre ou d'atténuer différentes parties qui constituent une musique polyphonique.

L'idée est que les enfants se familiarisent avec les différentes parties d'une musique polyphonique.

- **Danse avec les voix** : Avec l'ensemble de son corps, l'enfant active, avec plus ou moins d'intensité, les différentes parties polyphoniques associées aux différentes parties de son corps. La

musique s'arrête lorsque l'enfant ne bouge plus et reprend lorsqu'il bouge. Il peut changer de style de musique en frappant dans ses mains.

L'objectif principal est de permettre à l'enfant de développer la coordination et l'indépendance de différentes parties de son corps (membres, torse) en relation avec la musique entendue.

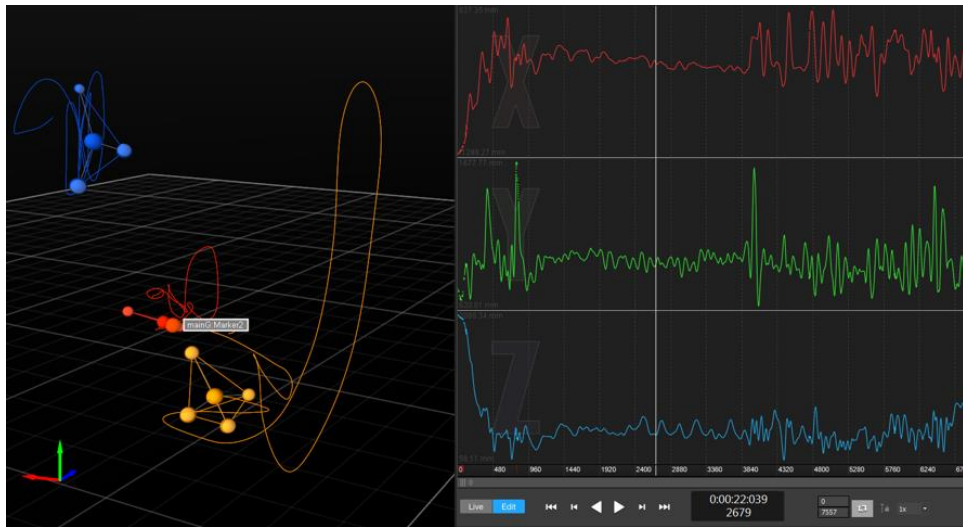


Figure 147 : Visualisation du mouvement d'un enfant sourd implanté.

Conclusion

Tout au long de ce travail de recherche, nous avons essayé de définir quelles réalités recouvraient la texture dans des domaines fort variés et plus particulièrement d'étudier ses implications en musique, d'un point de vue musicologique, cognitiviste et pédagogique.

Dans le premier chapitre, nous avons pu constater à quel point la texture est omniprésente autour de nous. Son aspect multimodal en fait un concept à la fois complexe et subtil que nous retrouverons également en musique. Elle contient des informations visuelles essentielles sur les objets de notre environnement. Elle nous permet de distinguer les aliments, les tissus, les surfaces d'une œuvre d'art. Cela fait de la texture une partie importante de l'apport sensoriel que nous recevons chaque jour.

Tout au long du second chapitre, nous avons démontré sa richesse conceptuelle en musicologie. Tantôt elle sera définie comme étant une « surface », « un grain », « une nappe »,⁶⁴² ce qui renvoie au caractère général du son, au sentiment extérieur de la musique, plutôt qu'à sa structure interne, tout comme chez Morgan qui la dépeint comme « une immense toile sonore ». ⁶⁴³ Tantôt elle correspondra à une combinaison subtile de lignes musicales, avec les conceptions de Wallace Berry ou de Joel Lester notamment.⁶⁴⁴ Chez les compositeurs, nous retrouvons des textures s'apparentant à « la matière » comme chez Ligeti ou chez Feldman partageant le point de vue du musicologue Lewis Rowell.⁶⁴⁵

En psychologie cognitive, l'étude de la perception de la texture s'avère fondamentale pour mieux comprendre les principes de l'organisation auditive. Nous nous sommes appuyés dans le troisième chapitre sur le cadre de référence théorique proposé par Bregman : « l'analyse de scènes

⁶⁴² SMITH-BRINDLE Reginald, *Serial Composition*, op.cit.

⁶⁴³ MORGAN Robert. P., *Twentieth-Century Music: a history of musical style in modern Europe and America*, op.cit.

⁶⁴⁴ LESTER Joel, *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music*, op. cit.

⁶⁴⁵ ROWELL Lewis, *Thinking About Music: An Introduction to the Philosophy of Music*, op.cit.

auditives ». ⁶⁴⁶ Il a mis en évidence deux grandes classes de mécanismes : les mécanismes de ségrégation simultanée et les mécanismes de ségrégation séquentielle. Grâce à ses travaux et ceux de McAdams, dans une perspective analytique, nous avons apparenté le groupement simultané à la dimension verticale de la texture et le groupement séquentiel et segmental à la dimension horizontale. Dans la musique après 1945, et notamment dans les musiques qui accordent une importance majeure au timbre, à la texture et à l'espace, le groupement segmentationnel correspond à des qualités sonores émergentes telles que la densité (opacité *vs* transparence), l'étendue (large *vs* étroite), le centre de gravité tonal (léger *vs* lourd), la brillance (clair *vs* sombre), la dissonance sensorielle (rugueux *vs* soyeux) pour la dimension verticale. Alors que la striation (pulsé *vs* lisse), la régularité (fluide *vs* saccadé), la vitesse (rapide *vs* lent), la stabilité (mouvant *vs* statique) et la densité temporelle (aéré *vs* compact) illustrent plutôt la dimension horizontale. Nous avons d'ailleurs construit nos expérimentations (chapitre 5) à partir de cela. L'apport essentiel de Meyer nous a permis de comprendre les processus cognitifs et émotionnels de la musique. Il nous a guidé également dans l'élaboration de nos recherches expérimentales.

Afin de mieux comprendre la perception de nos élèves sourds implantés avec lesquels nous travaillons, nous avons présenté dans le quatrième chapitre, la surdité et ses conséquences dans le but de mieux cerner les enjeux de notre étude. Nous avons pu souligner l'apport essentiel de la musique dans leur éducation.

Dans notre cinquième chapitre, nous avons dans un premier temps présenté quatre analyses de la texture à l'aide du logiciel informatique *Sonic Visualiser*. Analyser la texture en musique contemporaine, à savoir analyser les différents types de tissage, de grain, de matière, de strates, revient à considérer la texture comme étant un tout plus ou moins homogène, constituée de la fusion d'éléments séparés. La description verbale de la texture a complété notre description visuelle. Nous l'avons décrite en fonction de sa dimension verticale et horizontale, en référence à l'ASA de Bregman,

⁶⁴⁶ BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, *op. cit.*

Dans un second temps, nous avons présenté nos deux études comportementales menées auprès d'enfants sourds implantés, versus enfants normo-entendants. Dans la première, il s'agissait de classer des textures à partir d'extraits audio de musique contemporaine. Les résultats ont mis en évidence les capacités inouïes des enfants sourds implantés à percevoir significativement la texture malgré leur déficience. Nous pensions que les enfants normo-entendants seraient bien meilleurs dans cette tâche. Nous avons alors cherché à comprendre ces résultats en la proposant à des adultes musiciens et non-musiciens. Nous avons montré que les résultats des adultes musiciens se rapprochaient de ceux des enfants sourds, alors que ceux des adultes non-musiciens étaient plutôt semblables à ceux des enfants normo-entendants. Nous avons donc mené une seconde expérimentation avec les enfants où il s'agissait de classer des extraits musicaux en fonction de leur contenu émotionnel : la gaieté, la colère, la sérénité et la tristesse. Nous avons postulé tout comme pour la première, que les enfants normo-entendants seraient meilleurs dans cette tâche car nous avons utilisé cette fois-ci de la musique tonale. Malgré tout, les résultats ont montré que les enfants sourds performaient dans la reconnaissance d'émotions singulières, la sérénité et la tristesse, et ce grâce à leur perception du mode. Les enfants normo-entendants ont obtenus de meilleurs résultats cette fois-ci.

Nous sommes tout de même allés plus loin dans notre analyse en nous intéressant tout particulièrement aux excellents résultats des enfants sourds pour classer des textures ; car ces résultats mettaient en évidence que bien qu'implantés ces enfants percevaient très bien les dimensions acoustiques pertinentes des textures. A ce stade, l'utilisation de descripteurs audio s'est avérée primordiale afin d'analyser au plus près certaines caractéristiques du son. Il semblerait que les enfants sourds aient plus utilisé les descripteurs de timbre, d'intensité et de fluctuation rythmique pour réaliser cette tâche. Concernant la reconnaissance des émotions, nous attirons votre attention sur le fait que ce sont précisément les descripteurs audio reliés au mode (*Tonal Mode* et *Key Clarity*) qui sont principalement corrélés avec les extraits tristes et sereins. Ce qui permet de maximiser nos résultats.

Par conséquent, il nous plaît à penser que l'utilisation de la texture pourrait contribuer à enrichir les pratiques pédagogiques actuelles chez les enfants et plus particulièrement chez les enfants

sourds implantés. De plus, nous pourrions envisager de poursuivre nos recherches sur la perception de la texture, en étudiant plus finement ses liens avec les émotions, à partir d'extraits en musique contemporaine, avec une plus grande population d'enfants sourds implantés par exemple. Cela nous fournirait certainement de nouveaux éléments d'analyse, tant en musicologie qu'en psychologie cognitive.

Plus particulièrement en musicologie, il conviendrait d'harmoniser nos pratiques d'analyse de la texture afin d'avoir une compréhension plus fine de celle-ci. La partition seule ne suffit pas à rendre compte de son importance. Nous avons montré que la forme d'onde, le sonagramme et le coefficient d'énergie dans les bandes critiques notamment, pouvaient apporter de nouvelles perspectives pour l'étude de la texture en musique contemporaine.

La petite enfance nous semble la période idéale pour commencer à développer ces facultés sensorielles. Le cerveau de l'enfant, dès la naissance est extrêmement bien organisé. Il contient des connaissances innées et aussi des « algorithmes sophistiqués d'apprentissage ». Il est très important de ne pas sous-estimer les compétences de l'enfant. Selon Stanislas Dehaene, le métier d'enseignant suppose de respecter quatre principes fondamentaux sur la plasticité cérébrale et les apprentissages : l'attention, l'engagement actif, le retour sur erreurs et la consolidation.⁶⁴⁷ Ces principes sont compatibles avec une grande liberté pédagogique, car l'enseignant devient un véritable expérimentateur. Nous avons expliqué les différentes activités musicales que l'on peut faire avec des enfants sourds. Un enfant sourd, comme un enfant normo-entendant, est attiré par la musique : plaisir du geste, plaisir de la découverte, plaisir de la production. La musique joue un rôle fondamental dans nos vies car elle agit sur nos émotions, notre cognition et notre comportement. L'écoute musicale ne peut être passive, car nous apprenons toujours en agissant. La possibilité de percevoir les sons avec le corps tout entier est une faculté essentielle que nous devons développer avec ces enfants, dès leur plus jeune âge. Le corps est émetteur et récepteur de la communication. La musique dans ce cadre,

⁶⁴⁷ DEHAENE Stanislas, *Apprendre ! Le talent du cerveau, le défi des machines*, Odile Jacob, 2018.

devient un terrain d'expériences, de jeu et de créativité nécessaires à la construction du langage et à la découverte de soi. Selon Winnicott, « C'est en jouant, et seulement en jouant, que l'individu, enfant ou adulte, est capable d'être créatif et d'utiliser sa personne toute entière. C'est seulement en étant créatif que l'individu découvre le soi ». ⁶⁴⁸ Comme le rappelle Grazia Giacco, « la didactique de la musique a développé désormais un intérêt pour ces pratiques pédagogiques où la spatialité du corps — spatialité physique et spatialité symbolique—acquiert toute sa valeur. » ⁶⁴⁹

La création sonore avec des enfants sourds, grâce à l'enseignement de la texture à travers le mouvement, ouvre de nouvelles perspectives pour mieux comprendre leurs performances tant sur le plan auditif et moteur. Mais elle permet aussi l'émergence de sensibilités et de comportement singuliers.

⁶⁴⁸ WINNICOTT, *Jeu et réalité*, NRF Gallimard, Paris, 1975, p. 76.

⁶⁴⁹ GIACCO Grazia, *op. cit.*, p. 76.

Liste des figures

Figure 1 : <i>Hommage à Edgar Varèse – 25.10.64</i> , de Zao Wou-Ki,	2
Figure 2 : Description générale des quatre tissus fondamentaux.....	10
Figure 3 : Granit.....	11
Figure 4 : Basalte.	11
Figure 5 : Obsidienne.....	12
Figure 6 : Pegmatite.....	12
Figure 7 : Quartzite.....	12
Figure 8 : Gneiss.....	13
Figure 9 : Schiste.....	13
Figure 10 : Exemples de résultats de l'analyse quantitative de texture magnétique présentés sous la forme de figures de pôles directes.....	15
Figure 11 : Exemples de différents types de textures alimentaires.....	16
Figure 12 : Exemples de différents types de textures en cosmétique.....	19
Figure 13 : Extraits de textures de la base de Brodatz.....	21
Figure 14 : Berenice Abbott, <i>Soap Bubbles</i> , 1945-46, New York.....	23
Figure 15 : Schéma général de la Textualité de Jean Michel Adam.....	24
Figure 16 : Plan d'organisation de la texture.....	25
Figure 17 : Sheila Hicks, <i>The Silk Rainforest</i> (fils de soie), 1975, silk, linen, and cotton, (243.8 x 685.8 x 7.6 cm), Smithsonian American Art Museum.....	28
Figure 18: Mona Hatoum, <i>Pom Pom City</i> , 2002, Natural wool, (5,1 x 365,8 cm),.....	29
Figure 19: Vue d'exposition : Hella Jongerius, <i>Entrelacs, une recherche tissée</i> (2019),	30
Figure 20: Vue d'exposition : Hella Jongerius, <i>Entrelacs, une recherche tissée</i> (2019).	31
Figure 21 : Vincent Van Gogh, <i>Nuit étoilée</i> , 1889, huile sur toile, (73 X 92 cm),.....	33
Figure 22: Jackson Pollock dans son atelier.....	35
Figure 23: William De Kooning, 1952, <i>Woman II</i> , huile et fusain sur toile, (149.9 x 109.3 cm).	36
Figure 24: Barnett Newman, <i>Onement III</i> (1949), huile sur toile, (182.5 x 84.9 cm),	37
Figure 25: Mark Rothko, <i>Orange and Yellow</i> (1956), huile sur toile, (231.1 x 180.3 cm), Albright-Knox Art, Buffalo (États-Unis).....	38

Figure 26: Pierre Soulages, <i>Peinture</i> , 9 mars 2014, Acrylique sur toile, (57 × 81 cm),	39
Figure 27: Texture monophonique (mesures 1 à 4).	42
Figure 28: Texture homophonique (mesures 5 à 10).	42
Figure 29: Texture polyphonique (mesures 11 à 20).....	42
Figure 30: Texture monodique simple.	43
Figure 31: Texture monodique étendue.....	43
Figure 32: Deux lignes indépendantes.	44
Figure 33: Exemple de texture homophonique.	44
Figure 34: Vassily Kandinsky, <i>Akzent in Rosa (Accent en Rose)</i> , 1926,.....	47
Figure 35: James Abbott McNeil Whistler, <i>Nocturne: Blue and Silver – Chelsea</i> (1871),	48
Figure 36: <i>Monument en pays fertile</i> , Paul Klee, 1929,.....	51
Figure 37: <i>Structures pour deux pianos</i>	52
Figure 38: Paul Cézanne, <i>Le Lac bleu</i> , 1896, Huile sur toile, 65x81 cm,.....	55
Figure 39: Vue intérieure de la chapelle (Thomas Struth for <i>The New York Times</i>).....	58
Figure 40: disposition des panneaux dans la chapelle.	60
Figure 41 : <i>Pithoprakta</i> : description globale des transformations progressives.....	62
Figure 42: Exemple de la <i>Sound Box</i> d'Allan Moore : Cliff Richard, <i>Congratulations</i>	68
Figure 43: Illustration de la loi de prégnance.	74
Figure 44: Illustration de la loi de continuité.	75
Figure 45: Illustration de la loi de proximité	75
Figure 46: Illustration de la loi de similarité.....	75
Figure 47: Illustration de la loi de destin commun.	76
Figure 48: Illustrations de la loi de clôture avec notamment le célèbre logo de l'ONG ayant pour but la protection de la nature WWF (<i>World Wildlife Fund</i>).	76
Figure 49 : Schémas des étapes de traitement qui interviennent dans la reconnaissance et l'identification.	80
Figure 50: Différents types de groupements et leurs effets perceptifs.....	83
Figure 51: Extrait de l'analyse de Tenney et Polansky, p. 222.....	89
Figure 52: Exemple de représentation de la structure de groupe avec le début du <i>Scherzo</i> de <i>la Sonate</i> de Beethoven <i>opus 2, n°2</i> , Extrait de Lerdahl and Jackendoff (1983), p. 15.	91
Figure 53: Exemple de représentation de la structure métrique avec le début de la <i>Symphonie</i> <i>en sol mineur</i> de Mozart. Extrait de Lerdahl and Jackendoff (1983), p. 23.	91
Figure 54: Représentation des structures de groupe et métrique de <i>l'Ouverture du Menuet de</i>	

<i>la Symphonie n° 104</i> de Haydn. Extrait de Lerdahl and Jackendoff, p. 26.	92
Figure 55 : Exemple d'une réduction prolongationnelle de <i>Là ci darem la mano</i> de Don Giovanni de Mozart : les branchements à droite représentent les éléments de tension et ceux de gauche la détente, extrait de Lerdahl and Jackendoff, p. 200.	93
Figure 56: Analyse générative de la première phrase de <i>l'Aria des Variations Goldberg</i> de Bach.	93
Figure 57: Représentation schématique de la TGMT (d'après E. Bigand, 1994).	94
Figure 58 : Diagramme générale de la théorie de Lerdhal et Jackendoff.	95
Figure 59: Pianos 1 & 2, altos et violoncelles (chiffre 9), extrait de Philippe Lalitte.....	100
Figure 60: Évaluation des distances des strates sonores de la pièce <i>A Day in the Life</i> des Beatles	107
Figure 61: Illustration de l'effet de continuité.	108
Figure 62 : Sonagramme d' <i>une gamme de Shepard</i> (échelle des fréquences linéaires).	112
Figure 63 : <i>L'escalier de Penrose</i> (Deutsch, 2010).	112
Figure 64 : Jean-Claude Risset dans un laboratoire de la compagnie Bell en train de suivre une composition pour trompette d'Henry Purcell interprété par un ordinateur. Crédit : Hulton Deutsch.	113
Figure 65: <i>Turenas</i> (1972) : pièce pour bande quatre pistes réalisée sur ordinateur.	114
Figure 66: Spectrogramme et transcription d'un extrait du <i>Miserere Dietro l'Altare</i> enregistré par Bernard Lortat-Jacob (1996/1998) à Castelsardo.	116
Figure 67: photo de Bernard Lortat-Jacob.	117
Figure 68: Modèle du Circumplex de Plutchik en trois dimensions (en haut à gauche),	122
Figure 69: Modèle de la Théorie ITPRA de David Huron.	130
Figure 70 : Schéma récapitulatif d'après Lina-Granade et Truy (2005).	134
Figure 71 : Arbre décisionnel pour la classification des surdités, issu de Mondain et collaborateurs (2005).	135
Figure 72 : la courbe audiométrique de l'oreille humaine,.....	137
Figure 73 : Fonctionnement d'une prothèse auditive conventionnelle.	140
Figure 74 : Courbe des sujets implantés en France depuis 1996 proposé par le CISIC.	141
Figure 75 : Représentation schématique des différentes composantes d'un implant cochléaire.	142
Figure 76 : Implant cochléaire Nucleus CI-22 inséré dans la rampe tympanique.	143
Figure 77 : Les 8 configurations des doigts telles que les voit l'enfant pour coder les consonnes.	148
Figure 78 : Les 5 positions de la main pour coder les voyelles avec la LPC.....	148

Figure 79 : Le signe « Bonjour » extrait du <i>Dictionnaire 1200 signes français-LSF</i> de Monica Companys.	149
Figure 80 : Alphabet dactylologique de la Langue des Signes Française.....	150
Figure 81 : Extrait du signe « Encore ».....	151
Figure 82 : Gestes associés aux sons.....	172
Figure 83 : Extrait de <i>Bien Lire et Aimer Lire</i>	173
Figure 84 : Extrait de <i>Bien lire et aimer Lire</i> , p. 23.....	173
Figure 85: Extrait de la notice de la partition <i>Partiels</i> de Grisey, Ricordi, Milano 1976.....	178
Figure 86: Diagramme matériau/temps réalisé par Jean-Marc Chouvel sur <i>Partiels</i> de Gérard Grisey.....	180
Figure 87: Cycle respiratoire dans <i>Partiels</i>	182
Figure 88: Extrait de <i>Partiels</i> de Grisey, début de la Section II au numéro 12.....	183
Figure 89: Tissu sonore obtenu par cet agencement ingénieux des soufflets.....	184
Figure 90: Extrait de <i>Partiels</i> de Grisey, Section II, ch. 18.....	185
Figure 91: Extrait de <i>Partiels</i> de Grisey, au début du Repos II, chiffre 22.....	186
Figure 92: de haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques du chiffre 12 à 22, de la Section II au Repos II.....	188
Figure 93 : Coefficient d'énergie dans les bandes critiques.....	188
Figure 94 : de haut en bas : forme d'onde, sonagramme et roulement spectral, coefficient d'énergie dans les bandes critiques au chiffre 22, Repos II.....	189
Figure 95 : Disposition des instruments, partition éditée chez Breitkopf & Härtel.....	190
Figure 96 : Extrait du début de la partition de <i>Mouvement (- vor der Erstarrung)</i> de Lachenmann, Breitkopf & Härtel.....	192
Figure 97 : <i>Mouvement (- vor der Erstarrung)</i> de Lachenmann, de la mesure 1 à 27,.....	193
Figure 98 : Günther Lebbing et Tom Pauwels in <i>Mouvements für Lachenmann</i> de Xavier Le Roy, Tanzquartier Wien, 2005. Photo by Monika Rittershaus.....	195
Figure 99 : Futami ga Ura.....	196
Figure 100 : Dessin d'esquisse de son œuvre.....	197
Figure 101 : Plan de textures préparatoire à son œuvre.....	198
Figure 102 : extrait de la partition <i>Symphony [Myths]</i> de Roger Reynolds, éditions Peters.....	199
Figure 103 : <i>Symphony [Myths]</i> , de la mesure 1 à 51.....	201
Figure 104 : Maurits Cornelis Escher, <i>Mouvement perpétuel</i> ou <i>Cascade</i> , 1961,.....	203
Figure 105 : M.C. Escher, <i>Métamorphoses II</i> , xylographie en noir, vert et brun, en vingt blocs, sur trois feuilles combinées 19,2 x 389,5 cm, novembre 1939-mars 1940.....	204

Figure 106 : extrait de la partition de Ligeti, Concerto de Chambre, Movimento preciso e meccanico,	206
Figure 107 : Paul Klee, Chemin principal et chemins secondaires (Hauptwege-und Nebenwege) 1929,	207
Figure 108 : De la lettre C à E, schéma de la formation progressive du cluster, proposé par la musicologue Marie Delcambre-Monpoël. Les chiffres indiqués correspondent aux mesures.	208
Figure 109 : <i>Kammerkonzert</i> de Ligeti, première partie : du début à la lettre C.	210
Figure 110 : <i>Kammerkonzert</i> de Ligeti, deuxième partie : de la lettre C à la mesure 40 inclus.	211
Figure 111 : <i>Kammerkonzert</i> de Ligeti, troisième partie : de la mesure 41 à la fin du troisième mouvement.	213
Figure 112 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).....	219
Figure 113 : Exemples de classements réalisés par deux enfants sourds implantés du groupe expérimental.	220
Figure 114 : Exemples de classements réalisés par deux enfants normo-entendants du groupe contrôle.	221
Figure 115 : MDS des enfants sourds implantés (cooccurrence).....	222
Figure 116 : MDS des enfants sourds implantés (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).	224
Figure 117 : MDS des enfants normo-entendants (cooccurrence).....	225
Figure 118 : MDS des adultes normo-entendants musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).	227
Figure 119 : MDS des adultes normo-entendants non-musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).	227
Figure 120 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).....	235
Figure 121 : MDS des enfants IC (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).	236
Figure 122 : MDS des enfants normo-entendants : l'axe 1 correspond ici à la valence et l'axe 2 à l'énergie.	239
Figure 123 : Liste de certains descripteurs audio.....	243
Figure 124 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.	244
Figure 125 : Analyse factorielle discriminante avec le premier F1 (axe horizontale) F2 (axe vertical).	245

Figure 126 : Analyse réalisée par les descripteurs audio de l'expérimentation n°2 (Texture/Émotion).....	247
Figure 127 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.	248
Figure 128 : Analyse factorielle discriminante de l'expérimentation n°2.	249
Figure 129 : Instrumentarium Orff.....	259
Figure 130 : Manuscrit avec notation messine, Laon, X ^{ème} siècle.	261
Figure 131: Dans la méthode Kodály, la <i>phonomimie</i> est régulièrement utilisée pour faciliter l'intonation.	263
Figure 132: Les Ondes Martenot.	270
Figure 133 : Photo de Valérie Aeschimann, Institut Jacques-Dalcroze, Genève.	274
Figure 134 : « Rythmiciennes en plein air », photo de Frédéric Boissonnas, 1909-1910.	276
Figure 135 : Illustrations de la phase d'éveil corporel.....	280
Figure 136: « Jeu de Kim ».	281
Figure 137 : Travail autour de la mesure à 4 temps avec des bâtons colorés	283
Figure 138 : Travail de la conscience rythmique à l'aide de balles.	284
Figure 139 : Utilisation du ruban	286
Figure 140 : <i>Composition, 2015</i> de Philippe Séro-Guillaume,	288
Figure 141 : Premier jet de notre travail.	289
Figure 142 : Partition collective de <i>l'Île Bleu Azur</i>	290
Figure 143 : Concert des enfants devant Philippe Sero-Guillaume au Ceop.....	290
Figure 144 : Salle d'interaction <i>Musique-Geste LEAD</i>	294
Figure 145 : Schéma général de l'interface musicale.	295
Figure 146 : Expérimentation des enfants sourds implantés au LEAD.	295
Figure 147 : Visualisation du mouvement d'un enfant sourd implanté.	298

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification audiométrique des déficiences auditives du Bureau International d'Audio- Phonologie.	136
Tableau 2 : Abréviations : P (pulsé), A (aéré), D (dense), L (lisse) et le nom de fichier :	218
Tableau 3 : Liste des œuvres,	234
Tableau 4 : Classification des descripteurs audio.	244

Annexes

J'invite les membres du jury à se connecter au lien Dropbox ci-dessous, s'ils souhaitent consulter les extraits de partitions de *Partiels* de Grisey, de *Mouvement (- vor der Erstarrung)* de Lachenmann, du 3ème mouvement du *Concerto de chambre* de Ligeti ainsi que du début de la *Symphonie Myths* de Reynolds (où il manque la page 4 et 5), en lien avec nos analyses texturales (chapitre 5).

L'ensemble des extraits correspondants à nos deux expérimentations sont également disponibles sur cette même Dropbox :

- 1_Représentation_cognitive_des_textures : 24 extraits
- 2_Représentation_emotionnelle_des_textures : 24 extraits.

<https://www.dropbox.com/sh/l7ipwj36fncmido/AAAkS8g1e3PJNjwkngpcfIBUa?dl=0>

Bibliographie

A

- ADAM Jean Michel, « Une alternative au "tout narratif" : les gradients de narrativité », *Recherche en Communication*, Vol. 7, 1997, p. 11-36.
- AFSIN Kémâl, « Psychopédagogie de l'écoute musicale », *Orphée Apprenti, Atelier du GRIAM*, Octobre 2010, p. 42-59.
- AFSIN Kémâl, *Psychopédagogie de l'écoute musicale*, Bruxelles, De Boeck Université, 2009.
- AGAWU Kofi, *Playing with Signs: A Semiotic Interpretation of Classic Music*, Princeton, Princeton University Press. 1991.
- AGOSTI-GHERBAN Cristina, *L'éveil musical, une pédagogie évolutive*, Paris, L'Harmattan, 2000.
- ALBÈRA Philippe, À propos de « Die glückliche Hand », in *Schoenberg-Kandinsky. Correspondance, écrits : Revue Contrechamps* n° 2, Genève, Éditions Contrechamps, 1984, p. 156-166.
- ALBERTINI John A., « Deafness and Hearing Loss », *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, Ed. I. B. Weiner and W. E. Craighead. 4th ed, Vol. 2, Hoboken: John Wiley & Sons, 2010, p. 461-62.
- ALIS Valérie et JUBIEN Nicole, « Quelques particularités de l'accès au langage chez l'enfant sourd, » in *Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophoniste*, Médecine-Sciences, Flammarion, Paris, 2009, p. 14.
- ANDEM, *L'implant cochléaire chez l'enfant sourd pré-lingual*, Paris, ANDEM-Service des Études, 1994.
- ANDERSON M. William. & LAWRENCE E. Joy, *Integrating music into the elementary classroom*, (7e éd.), Belmont, Thomson Higher Education, 2007.
- ANSHEL Anat & KIPPER David A., « The influence of group singing on trust and cooperation », *Journal of Music Therapy*, Vol. 25, n° 3, 1988, p. 145-155.
- ANZIEU Didier, *Le Moi-peau*, Paris, Dunod, 1985.
- AROM Simha, « Les musiques traditionnelles d'Afrique centrale », *Contrechamps*, janvier 1988, n°10, p. 177-195.
- ASHTON Dore, *About Mark Rothko*, Oxford University Press, 1983 (réed. 1996 et 2003).
- ATTIA Dhouha, « Segmentation d'images par combinaison adaptative couleur-texture et classification de pixels : Applications à la caractérisation de l'environnement de réception de signaux GNSS », Thèse de Doctorat, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2013.
- AUGOYARD Jean-François et TORGUE Henry, *A l'écoute de l'environnement : répertoire des effets sonores*, Marseille, Editions Parenthèses, 1995.

B

- BACHELARD Gaston, *La Dialectique de la durée* (1950), Paris, PUF, 1980.
- BACHMANN Marie-Laure, *La Rythmique Jaques-Dalcroze, une éducation par la musique et pour la musique*, À la Baconnière, Neuchâtel, 1984.
- BADDELEY Alan, « Working Memory », *Science*, Vol. 255, n°5044, 1992, p. 556-559.
- BAGOT Jean Didier, *Information, sensation et perception*, Paris, Armand Colin, 1999.
- BAILLET Jérôme, « Partiels de Gérard Grisey », in *L'éducation musicale*, supplément aux n° 473/474, septembre-octobre 2000, p. 47-56.
- BALAS Daniel et PHILIP Patrick, *Cours d'Histologie générale* [en ligne], Université de Nice Sophia-Antipolis, <http://www.db-gersite.com/HISTOLOGIE/HISTGENE/index.html>
- BARKÓCZI Llona & PLÉH Csaba, *Etude de l'effet psychologique de la méthode d'éducation musicale de Kodály*, Kecskemét, Institut de pédagogie musicale Zoltán Kodály, 1982.
- BARTHEL-CALVET Anne-Sylvie « De la dispersion à la fusion sonore : écriture et perception des textures xenakiennes », *Analyse Musicale*, Vol. 38, Paris, 2001, p. 86-96.
- BAUDIN Thierry, CHATEIGNER Daniel, ESLING Claude, LUTTEROTTI Luca et MORALES Magali, « Analyse des textures cristallographiques et des microstructures », *Reflets de la physique, La Cristallographie, Sciences et Techniques*, n° 44-45, 2015, p. 80-85.
- BEDOUIN Nathalie, BESOMBES Anne-Marie, ESCANDE Eliette, DUMONT Annie & TILLMANN Barbara, « Déficiences morphosyntaxiques chez des enfants sourds implantés : hypothèses et pistes de remédiation par le rythme musical », *Rééducation orthophonique*, n°268, 2016, p. 261-288.
- BEDOUIN Nathalie, BESOMBES Anne-Marie, ESCANDE Eliette, DUMONT Annie, LALITTE Philippe & TILLMANN Barbara, « Boosting syntax training with temporally regular musical primes in children with cochlear implants », *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, Vol. 61, n°6, 2018, p. 365-371.
- BENWARD Bruce & SAKER Marilyn, *Music: In Theory and Practice*, Vol. I. Seventh Edition, McGraw-Hill, New York, 2003.
- BERNARDES Gilberto, « David Huron, Voice Leading: The Science Behind a Musical Art », *Portuguese Journal of Musicology*, Vol. 4, n°1, 2017, p. 219-226.
- BERRY Wallace, *Structural Functions in Music* (1976), 2de édition, Dover, Mineola, 1987.
- BERTONCINI Josiane et DE BOYSSON-BARDIES Bénédicte. « Chapitre 4. La perception et la production de la parole avant deux ans », Michèle Kail éd., *L'acquisition du langage. Vol. I. Le langage en émergence. De la naissance à trois ans*, Presses Universitaires de France, 2000, p. 95-136.
- BEYAERT Anne, « De la texture à la matière », *Protée*, Vol. 36, n°2, 2008, p. 101-110.
- BEYAERT Anne, « Texture, couleur, lumière et autres arrangements de la perception », *Protée*, Vol. 3, n°3, 2003, p. 81-90.
- BEYAERT Anne, « Modernité et synesthésies », dans *VISIBLE*, n°1, La diversité sensible, PULIM, 2006, p. 25-36.

- BEYRAND Chloé, « Comment sont véhiculées les émotions dans la texture de la musique contemporaine ? », Mémoire de Master 1 sous la direction de Philippe Lalitte, 2016.
- BHARUCHA Jamshed, « Music cognition and perceptual facilitation: A connectionist framework », *Music Perception*, n°5, 1987, p. 1-30.
- BIGAND Emmanuel, « The influence of implicit harmony, rhythm and musical training on the abstraction of tension-relaxation schemas in tonal music phrases », *Contemporary Music Review*, Vol. 9, 1993, p. 123-137.
- BIGAND Emmanuel, « Traveling through Lerdahl's Tonal Pitch Space Theory: A psychological perspective », *Musicae Scientiae*, Vol. 7, n°1, 2003, p. 121-155.
- BIGAND Emmanuel, « Contribution de la musique aux recherches sur la cognition auditive humaine », in S. McAdams et E. Bigand (éd.), *Penser les sons : La psychologie auditive de l'audition*, Paris, PUF, 1994.
- BIGAND Emmanuel, « L'émotion dans le langage musical », in *Parole et Musique : Aux origines du dialogue humain*, sous la direction de Stanislas Dehaene et Christine Petit, Odile Jacob, 2009, p. 343-357.
- BIGAND Emmanuel, FILIPIC Suzanne & LALITTE Philippe, « The time course of emotional responses to music », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 2005, p. 429-437.
- BIGAND Emmanuel, *Les bienfaits de la musique sur le cerveau*, Paris, Belin, coll. « Cerveau et bien-être », 2018.
- BIGAND Emmanuel, « Musiciens et non-musiciens perçoivent-ils la musique différemment ? » in *Le Cerveau Musicien*, Paris, De Boeck University, 2006.
- BIGAND Emmanuel, PARNCUTT Richard, LERDHAL Fred, « Perception of musical tension in short chord sequences: the influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion, and musical training », *Perception and Psychophysics*, Vol. 58, n°1, 1996, p. 125-141.
- BIGAND Emmanuel, TILLMANN Barbara, PERETZ Isabelle, ZATORRE Robert J., LOPEZ Luisa & MAJNO Maria, « The Neurosciences and Music – V, Cognitive stimulation and Rehabilitation », *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1337, New York, 2015.
- BIGAND Emmanuel, VIEILLARD Sandrine, MADURELL François, MAROZEAU Jeremy, DACQUET Alice, « Multidimensional scaling of emotional responses to music: the effects of musical expertise and of the duration of the excerpts », *Cognition and Emotion*, Vol. 19, n°8, 2005, p. 1113-1139.
- BIOTEAU Alain, « Spatialisation et écriture de l'espace, des pionniers à Emmanuel Nunes », dans Nicolas Donin et Laurent Feneyrou (dir.), *Théories de la composition musicale au XXe siècle*, Lyon, Symétrie, 2013, vol. 2, p. 1337-1366.
- BISSELL Arthur Dart, *The Role of Expectation in Music: A Study In The Psychology Of Music*, New Haven, 1921.
- BIZAGUET Éric, « L'appareillage de l'enfant sourd », *Revue générale : Audition, Réalités pédiatriques*, n°175, Décembre 2012, p. 17-22.
- BLAMEY Peter J., SARANT Julia Z., PAATSCH Louise E., BARRY Johanna G., BOW Catherine P., WALES Roger J., et al., « Relationships Among Speech Perception, Production, Language,

Hearing Loss, and Age in Children with Impaired Hearing », *Journal of Speech Language Hear Research*, Vol. 44, n°2, 2001, p. 264-285.

BLOOD Anne J. & ZATORRE Robert J., « Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 98, n°20, 2001, p. 11818-11823.

BOBÉE Emmanuelle, « La partition sonore et musicale de « Dunkerque » (C. Nolan, 2017). « Une expérience sensorielle inédite », *Revue musicale OICRM*, Vol. 5, n°2, 2018, p. 125-148.

BONNET Claude, « La perception visuelle des formes », in C. Bonnet, R. Ghiglione, J.F. Richard (éd), *Traité de psychologie cognitive* Vol.1, Paris, Dunod, p. 1-82, 1989.

BOREL-MAISONNY Suzanne, *Langage oral et écrit. Tome 1 : Pédagogie des notions de base. Étude expérimentale et applications pratiques. Tome 2 : Épreuves sensorielles et tests de langage. Appréciation de l'état du langage*, Neuchâtel, Paris, Delachaux & Niestlé, 1960.

BORT Françoise, DUPONT Valérie, *Texte, texture, textile, Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature*, Éditions universitaires de Dijon, 2013.

BOSSEUR Jean-Yves, « Texture et matériau dans la pensée musicale contemporaine », *Analyse Musicale* n°38, Paris, février 2001, p. 129-139.

BOUHIER-CHARLES Nathanaëlle, *Signe avec moi : la langue gestuelle des sourds à la portée de tous les bébés*, Editions Monica Companys, 2006.

BOULEZ Pierre, « Le Temps Musical », 1978-02-17-1978-02-23, *Conférence du 17/02/1978 autour du Kammerkonzert de Ligeti*, Centre Georges Pompidou, Paris. https://medias.ircam.fr/embed/media/xfdefef_kammerkonzert-gyorgy-ligeti

BOULEZ Pierre, *Le pays fertile : Paul Klee*, texte préparé et présenté par Paule Thévenin, Paris, Gallimard, 1989.

BOULEZ Pierre, *Penser la musique aujourd'hui*, Paris, Denoël Gonthier, 1963.

BOULEZ Pierre, *Point de repère III. Leçon de musique*, Paris, Christian Bourgois. 1995.

BOULEZ Pierre, *Point de repère, I, Imaginer*, Paris, Christian Bourgois, 1995.

BRACKETT David, *Interpreting Popular Music*, Berkeley, University of California Press, 2000.

BREGMAN Albert S. et MCADAMS Stephen, « Hearing Musical Streams », *Computer Music Journal*, Vol. 3, n° 4, 1979, p. 26-43.

BREGMAN Albert S. et PINKER Steven, « Auditory Streaming and the Building of Timbre », *Canadian Journal of Psychology*, Vol. 32, 1978, p. 19-31.

BREGMAN Alfred S. & CAMPBELL Jeffrey, « Primary auditory stream segregation and perception of order in rapid sequences of tones », *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 89, n°2, 1971, p. 244-249.

BREGMAN Alfred S., « L'analyse des scènes auditives : l'audition dans des environnements complexes », in McADAMS Stephen et BIGAND Emmanuel, éd., *Penser les sons, psychologie cognitive de l'audition*, Paris, Presses universitaires de France, 1994, p. 11-39.

BREGMAN Alfred S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mass, 1990.

- BRESLIN James E. B, *Mark Rothko: a biography*, Chicago, University of Chicago Press, 1993.
- BRICE Marie, *Pédagogie de tous les possibles... La Rythmique Jacques-Dalcroze*, Genève, Editions Papillon, 2012.
- BRIEC Julie, LE MANER-IDRISSI Gaïd, DARDIER Virginie, ROUXEL Géraldine, TAN-BESCOND Géraldine & GODEY Benoit, « Échanges conversationnels avec un partenaire familial : étude comparative entre enfants sourds, implantés cochléaires depuis 2 ans et enfants entendants. », *L'Année psychologique*, Vol. 112, n°1, 2012, p. 17-48.
- BRODATZ Phil, *Texture: a photographic album for artists and designers*, New York, Dover Publications, 1966.
- BRUNER Jérôme S., *Le développement de l'enfant, savoir faire, savoir dire* (Trad. M. Deleau), Paris, P.U.F., 1983.
- BUREL Gilles, « Réseaux de neurones en traitement-Des Modèles théoriques aux Applications Industrielles », Thèse d'état, Université de Bretagne occidentale, 1991.
- BURGGRAEVE Adolphe, *Anatomie de texture ou Histologie, appliquée à la physiologie et à la pathologie*, Gand, Annoot-Braekman, 1845.

C

- CAMBOUROPOULOS Emilios et TSOUGRAS Costas, « Auditory Streams in Ligeti's Continuum: A Theoretical and Perceptual Approach », *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, Vol. 3, n° 1-2, printemps-automne 2009, p. 119-137.
- CANNAM Chris, LANDONE Christian and SANDLER Mark, « Sonic Visualiser: An Open Source Application for Viewing, Analysing, and Annotating Music Audio Files », in *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference*, 2010.
- CARRÉ Alain, *Musique et surdité*, Ed. Fuzeau, 2008.
- CASTELLENGO Michèle, LORTAT-JACOB Bernard, LEOTHAUD Gilles, « Un paradoxe de perception de la hauteur : la "quintina" des chanteurs sardes », *ISMA (International Symposium on Musical Acoustics)*, Perugia (Italie), 2001.
- CELESTE Bernadette DELALANDE François, DUMAURIER Elisabeth, *L'enfant, du sonore au musical*, Paris, Buchet/Chastel-INA, coll. Bibliothèque de Recherche Musicale, 1982.
- CHAPMAN Robin S., « Children's Language Learning: An Interactionist Perspective », *Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines*, Vol. 41, n°1, 2000, p. 33-54.
- CHAPUIS Jacques, « De l'Initiation musicale au Solfège vivant », *Panorama Pédagogique de l'Education Musicale Willems*, 1, p. 1-8, 1980.
- CHEMILLIER Marc, « György Ligeti et la logique des textures », *Analyse musicale* n°38, 2001, p. 75-85.
- CHERRY Edward Colin & TAYLOR, W. K., « Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears », *Journal of the Acoustic Society of America*, Vol. 26, 1953, p. 554-559.
- CHEVAIS Maurice, *Education musicale de l'enfance (Vol. 1)*, Paris, Leduc, 1937.
- CHEVAIS Maurice, *L'art d'enseigner (Vol. 2)*, Paris, Leduc, 1943.

- CHOUVEL Jean-Marc, « Extrême présence du phénomène : parcours de la forme dans l'oeuvre de Gérard Grisey », in *Le temps de l'écoute. Gérard Grisey ou la beauté des ombres sonores*, textes réunis par Danielle Cohen Levinas, L'Harmattan/L'itinéraire, Paris, 2004 p. 71-86.
- CHOUVEL Jean-Marc, *Analyse musicale, Sémiologie et cognition des formes temporelles*, Paris, CNRS / L'harmattan, 2006.
- CHOWNING John, « The simulation of moving sound sources », *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 19, n. 1, 1971, p. 2-6, republié dans *Computer Music Journal*, Vol. 1, n°3, 1977, p. 48-52.
- CHOWNING John, *La Spatialisation des musiques électroacoustiques*, Publications de l'université de Saint-Etienne, Saint-Etienne, 2012.
- Chris CANNAM, Christian LANDONE, and Mark SANDLER, « Sonic Visualiser: An Open Source Application for Viewing, Analysing, and Annotating Music Audio Files », in *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference*, 2010.
- CIRELLI Laura K., EINARSON Kate & TRAINOR Laurel J., « Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants », *Developmental Science*, Vol. 17, n°6, 2014, p. 1003-1011.
- CIVILLE Gael Vance & DUS Clar A., « Evaluating tactile properties of skincare products: a descriptive analysis technique », *Cosmetics and Toiletries* 106, 1991, p. 83-88.
- CLARK Graeme, « Cochlear implants in children: safety as well as speech and language », *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, Vol. 67, Suppl 1, p. 7-20, 2003.
- CLARKE Eric F. et KRUMHANSL Carol L., « Perceiving Musical rime », *Music Perception*, Vol. 7, 1990, p. 213-253.
- CLARKE Erick, *Ways of Listening: An ecological approach to the perception of musical meaning*, Oxford, NY, Oxford University Press, 2005.
- COENE Martine & SCHAUWERS Karen & GILLIS Steven & ROORYCK Johan & GOVAERTS Paul. « Genetic predisposition and sensory experience in language development: Evidence from cochlear-implanted children », *Language and cognitive Processes*, Psychology Press, Vol. 26, n°8, 2011, p. 1083-1101.
- COMEAU Gilles, *Comparaison de trois approches d'éducation musicale, Jaques-Dalcroze, Orff ou Kodály ?*, Vanier, CFORP, 1995.
- CONNOR Carol M., CRAIG Holly K., RAUDENBUSH Stephen W., HEAVNER Krista & ZWOLAN Teresa A., « The Age at Which Young Deaf Children Receive Cochlear Implants and Their Vocabulary and Speech-Production Growth: Is There an Added Value for Early Implantation? », *Ear Hearing*, Vol. 27, n°6, 2006, p. 628-644.
- CONWAY Christopher M. & CHRISTIANSEN Morten H., « Seeing and Hearing in Space and Time : Effects of modality and presentation rate on implicit statistical learning », *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 21, n°4, 2009, p. 561-580.
- CORBEIL Mariève, TREHUB Sandra E. et PERETZ Isabelle, « Singing delays the onset of infant distress », *Infancy*, Vol. 21, p. 373-391.
- CORNETT Orin R., « Cued Speech », *American Annals of the Deaf*, Vol.112, p. 3-13, 1967.

D

- DAMASIO Antonio R., *L'Erreur de Descartes. La raison des émotions*, Paris, Odile Jacob, 1995.
- DAMBRICOURT Jean-Pierre, « György Ligeti et le Kammerkonzert pour treize instruments », *Éducation musicale* n° 462-463, Septembre-Octobre 1999, p. 40-52.
- D'ANGIOLINI Giuliano, *Jesu, un chant de confrérie en Sardaigne*, Éditions Delatour France, Sampzon, 2009.
- DANIEL Christine et ROUDOT Alain-Claude, « La terminologie de la texture des aliments », *Érudit, Méta*, Vol. 52, n°2, juin 2007, p. 342-351.
- DARROW Alice-Ann, « Music for the Deaf », *Music Educators Journal*, Vol. 71, 1985, p. 33-35.
- DARWIN Charles, *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London, John Murray, 1872.
- DAUMAN René, CARBONNIERE Bernadette, SORIANO Véronique, BERGER-LAUTISSIER Sylvie, BOUYÉ Jany, DEBRUGE Éric, CORIAT Géraldine et BÉBÉAR Jean-Pierre, « Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant », *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Oto-rhinolaryngologie*, 20-185- D-10, 1998, p. 7.
- DE BOYSSON-BARDIES Bénédicte, *Comment la parole vient aux enfants*, Paris, Odile Jacob poche, 2005.
- DEBUSSY Claude, *Monsieur Croche et autres écrits*, Paris, Gallimard, 1971.
- DEHAENE Stanislas et PETIT Christine, *Parole et musique : Aux origines du dialogue humain*, Paris, Odile Jacob, 2009.
- DEHAENE Stanislas, *Apprendre ! Le talent du cerveau, le défi des machines*, Paris, Odile Jacob, 2018.
- DELALANDE François, *La musique est un jeu d'enfant*, Paris, Buchet/Chastel, coll. Bibliothèque de Recherche musicale, 1984.
- DELAPLACE Joseph, *György Ligeti. Un essai d'analyse et d'esthétique musicales*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2007.
- DELAPLACE Joseph, « Rothko Chapel de Morton Feldman : approches analytiques d'une "procession immobile" », *Déméter*, Centre d'étude des arts contemporains, Université Lille 3, 2015. <http://demeter.revue.univ-lille3.fr/lodel9/index.php?id=430>
- DELAROCHE Monique, *Au fil des regards et des caresses...*, Ortho-éditions, 2012.
- DELCAMBRE-MONPOËL Marie, « György Ligeti, Kammerkonzert », *Musurgia*, Vol. VI, n° 3-4, 1999. p. 57-79.
- DELEAU Michel & LE MANER-IDRISSI Gaid, « Le développement des habiletés pragmatiques chez les enfants sourds », in *L'acquisition du Langage Chez l'Enfant Sourd*, Marseille, Solal, 2005.
- DELIEGE Célestin, *Cinquante ans de modernité musicale : De Darmstadt à l'IRCAM, contribution historiographique à une musicologie critique*, Bruxelles, Editions Mardaga, 2003.
- DELIEGE Célestin, *Invention musicale et idéologie 2, Mutations historiques et lectures critiques de la modernité*, Bruxelles, Editions Mardaga, 2007.

- DELIEGE Irène et SLOBODA John, *Naissance et développement du sens musical*, Paris, PUF, 1995.
- DELIEGE Irène, « Grouping conditions in listening to music: An approach to Lerdahl & Jackendoff's grouping preference rules », *Music Perception*, n° 4, 1987, p. 325-359.
- DEMANGE Michel, *Les Textures des roches cristallines, Aspects microscopiques*, Presse des Mines, coll. Sciences de la Terre et de l'environnement, 2011.
- DERRIDA Jacques, *La dissémination*, Paris, Seuil, 1972.
- DERRIDA Jacques, *Marges de la philosophie*, Paris, Minuit, 1972.
- DESAUNAY Melodie, FLEURIOT Pierre, DEBRUILLE Louis, GARNIER Stéphane, GARABEDIAN Erea Noël, LOUNDON Nathalie, MARLIN Sandrine, DENOYELLE Françoise, TRAN BA HUY Patrice, De WAELE Catherine, GILBERT Gaëtan & LORENZI Christian, « Rôle des informations d'enveloppe temporelle et de structure temporelle fine dans l'intelligibilité de la parole chez les sujets entendants et malentendants », *Les Cahiers de l'Audition*, Vol. 20, n°3, 2007, p. 46-50.
- DESROCHES Monique, STÉVANCE Sophie et LACASSE Serge, *Quand La Musique Prend Corps*, Presses De L'Université De Montréal, 2014.
- DÉSY PROULX Monique, *Pourquoi la musique ? Son importance dans la vie des enfants*, Montréal, Éditions du CHU Sainte-Justine, 2014.
- DEUTSCH Diana, « An auditory illusion », *Nature*, n° 251, 1974, p. 307-309.
- DEUTSCH Diana, « Grouping mechanisms in music », In D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music*, 1982, p. 99-134, New York: Academic Press. « The processing of pitch combinations », In D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music*, p. 271-316.
- DEUTSCH Diana, « The Paradox of Pitch Circularity », *Acoustics Today*, Vol. 6, n° 3, Juillet 2010, p. 8-14.
- DEUTSCH Diana, *Psychologie de la musique*, Paris, PUF, 1994.
- DEUTSCH Diana, « La perception des structures musicales », In *Psychologie de la musique*, sous la direction d'Arlette Zenatti, Paris, Presses Universitaires de France, 1994, p. 115-144.
- Dictionnaire 1200 signes français-LSF*, Editions Monica Companys, 2000.
- DIVENYI Pierre L. and OLIVER Susan K., « Resolution of Steady State Sounds in Simulated Auditory Space », *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 85, n°5, 1989, p. 2042-52.
- Dossier « Génétique et Surdité », *Collège National d'Audioprothèse*, Vol. 26, n°1, 2013, p. 6-20.
- Dossier de presse « Sheila Hicks au festival d'Automne », propos recueillis par Clément Dirié, juin 2016.
- DOUGLAS Chelsea, NOBLE Jason et MCADAMS Stephen, « Auditory Scene Analysis and the Perception of Sound Mass in Ligeti's Continuum », *Music Perception*, Vol. 33, n° 3, 2015, p. 287-305.
- DOWLING JAY Walter, « La structuration mélodique : perception et chant » (P.-E. Dauzat, trad.), in A. Zenatti (Ed.), *Psychologie de la musique*, Paris, PUF, 1994, p. 145-176.

- DUBUFFET Jean, *L'Homme du commun à l'ouvrage*, Paris, Gallimard, 1973.
- DUBUISSON Pauline, « Influence de la phase grasse et des polymères naturels sur les paramètres physico-chimiques en lien avec la perception tactile de l'émulsion », Thèse de doctorat, Université du Havre, 2017.
- DUMONT Annie, *Implantations cochléaires : guide pratique d'évaluation et de rééducation*, Isbergues, Ortho Edition, 1997.
- DUNCAN Ryan P., EARHART Gammon M., « Are the effects of community-based dance on Parkinson disease severity, balance, and functional mobility reduced with time? A 2-year prospective pilot study », *Journal of alternative and complementary medicine*, Vol. 20, n°10, p. 757-763.
- DUNSBY Jonathan, « Considerations of Textures », Oxford University Press, *Music & Letters*, Vol. 70, N° 1, 1989, p. 46-57.
- DUTILLEUX Henri, *Constellations : entretiens / Henri Dutilleux, Martine Cadieux*, avant-propos de Jean Roy, Paris, M. de Maule, 2007.
- DUTILLEUX Henri, Le Nouvel Observateur, rubrique « Le Musée égoïste », octobre 1984, reproduit dans *la note de programme du concert de l'Orchestre de Paris*, 1er et 2 juillet 1995, Cité de la Musique.
- DUTOIT-CARLIER Claire-Lise, *Emile Jaques-Dalcroze, créateur de la rythmique*, A la Baconnière, Neuchâtel, 1965.
- DYSON George, « The Texture of Modern Music », Oxford University Press, *Music & Letters*, Vol. 4, n° 2, 1923, p. 107-118.
- E
-
- EEROLA Tuomas, « The dynamics of musical expectancy: Cross-cultural and statistical approaches to melodic expectations », *Jyväskylä studies in humanities*, 2003.
- EGGERMONT Jos J. & PONTON Curtis W., « Auditory-evoked Potentials Studies of Cortical Maturation in Normal Hearing and Implanted Children: Correlations in Changes in Structure and Speech Perception », *Acta Otorhinolaryngology*, Vol.123, n°2, 2003, p. 249-252. □
- EHRENFELS Chritian von, « Über Gestaltqualitäten ». *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14, 1890-1922, p. 249-292.
- EILERS et OLLERS, « Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment », *J. Pediatr.*, Vol. 124, n°2, 1994, p 199-203.
- EIMERT Herbert, « Debussys Jeux », *Die Reihe*, n°5, 1959, p. 7-8.
- EISENBERG Laurie, MARTINEZ Amy, HOLOWECKY Suzanne, POGORELSKY Stephanie, « Recognition of lexically controlled words and sentences by children with normal hearing and children with cochlear implants », *Ear Hear*, Vol. 23, n°5, p. 450-62.
- EKMAN Paul, « Biological and Cultural Contribution to Body and Facial Movements in the Expression of the Emotions », p.73-101, in A.O. Rorty (dir.), *Explaining Emotions*, Los Angeles, University of California Press, 1980.
- ERICKSON Robert, *Sound Structure in Music*, Berkeley, University of California Press, 1975.

Expertise Collective, *Déficits auditifs : Recherches émergentes et applications chez l'enfant*, Inserm, 2006.

F

FAGAN Mary K. & PISONI David B., « Hearing Experience and Receptive Vocabulary Development in Deaf Children With Cochlear Implants », *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Vol. 15, n°2, 2010, p. 149-161.

FELDMAN Morton, *Écrits et paroles, précédés d'une monographie de Jean-Yves Bosseur*, Paris, L'Harmattan, 1998.

FENEYROU Laurent, « Debussy au miroir des écrits de Boulez », Delatour France, Goldman, Nicolas, Nattiez. *La Pensée de Pierre Boulez à travers ses écrits*, 2010, p. 161-176.

FERNANDEZ-MALOIGNE Christine, MACAIRE Ludovic, ROBERT-INACIO Frédérique, « Imagerie numérique, avancées et perspectives pour la couleur », in *Couleur Numérique, Acquisition, Perception, Codage et rendu*, Paris, Lavoisier, 2012, p. 227-234.

FERNANDO Nathalie, EGERMANN Hauke, CHUEN Lorraine, KIMBEMBÉ Bienvenu et MCADAMS Stephen, « Musique et émotion : Quand deux disciplines travaillent ensemble à mieux comprendre le comportement musical humain », *Anthropologie et Sociétés*, 2014, Vol. 38, n°1, p. 167–191.

FERON François-Xavier, « L'art du Trompe-l'oreille rythmique », *Intermédialités : histoire et théorie des arts, des lettres et des techniques*, n° 16, Rythmer/Rhythmize, 2010, p. 145- 165.

FERON François-Xavier, « Propositions pour une typologie des phénomènes sonores insolites », *Hybrid. Revue des arts et médiations humaines*, Labex Arts H2H/Presses Universitaires de Vincennes, 2015.

FIJALKOW Claire, « Du plaisir et de la méthode avant toute chose... » in C. Fijalkow (Ed.), *Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique*, Paris, L'Harmattan, 2005, p. 69-92.

FINNEY Eva M., FINE Ione & DOBKINS Karen R., « Visual Stimuli activate auditory cortex in the deaf », *Nature Neurosciences*, Vol. 4, n°12, 2001, p. 1171-1173.

FINNEY John, « John Paynter, music education and the creativity of coincidence », *British Journal of Music Education*, Vol. 28, n°1, 2011, p. 11-26.

FONTANILLE Jacques, *Sémiotique du visible. Des mondes de lumière*, Paris, P.U.F., 1995.

FRAISSE Paul, *Psychologie du temps*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957.

FRANCÈS Robert, *La Perception du Rythme*, Paris, Vrin, 1958.

Francis WOLFF, *Pourquoi la musique ?*, Paris, Fayard, 2015.

FRANGNE Pierre-Henry, LACOMBE Hervé, MASSIN Marianne, PICARD Timothée. « Musique et émotion : problèmes et enjeux », in Pierre-Henry Frangne, Hervé Lacombe, Marianne Massin et Timothée Picard, *La valeur de l'émotion musicale*, Presses universitaires de Rennes, p. 9-36, 2017.

FRAPAT Monique, *L'invention musicale en maternelle*, Centre régional de documentation pédagogique de Versailles, 1990.

G

- GADAMER Hans-Georg, *Wahrheit und Methode* (W.M), Tübingen, J.C.B. Mohr, 1960, 2. Auflage, 1965, trad. française partielle *Vérité et Méthode*, Paris, éd. Du Seuil, 1976.
- GAGALOWICZ André, « Vers un modèle de textures », Thèse d'état, Université Pierre et Marie Curie, 1983.
- GALLEGO Carlos, MARTIN-ARAGONESES Teresa, LOPEZ-HIGES Ramón & PISON Guzmán, « Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation. », *Research in developmental disabilities*, Vol. 49-50, 2016, p. 153-170.
- GAPENNE Olivier et ROVIRA Katia, « Psychologie et cognition sans langage. Actualité d'une figure historique », *Intellectica*, 1999/1, n° 28, p. 229-250.
- GARRIGUES Juliette, *ATMOSPHERES (G. Ligeti)*, Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 février 2018. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/atmospheres/>
- GIACCO Grazia et LORANT Sonia, « Pour une didactique de la création artistique : Axes, projets, bilan (2014-2016) », *Le Ragioni di Erasmus-Revue en ligne* de l'Université de Roma 3, Roma TrE-Press, 2017, p. 153-168.
- GIACCO Grazia, « Geste et voix, entre corps et souffle : pour une didactique de la création artistique », *Revue Recherche en éducation musicale*, n° 33, Juillet 2016, p. 63-89.
- GILLEY Phillip M., SHARMA Anu & DORMAN Michael F., « Cortical reorganization in children with cochlear implants », *Brain Research*, Vol.1239, n°6, 2008, p. 56-65.
- GIORDAN, André, *Apprendre !* Paris, Belin, coll. Débats, 1998.
- GOLD Claudia M., *À l'écoute des émotions de l'enfant*, Paris, Albin Michel, 2014.
- GONIN Philippe, *Pink Floyd, Atom Heart Mother*, Scérén/CNDP, Paris, 2011.
- GOODCHILD Meghan et MCADAMS Stephen, « Perceptual Processes in Orchestration », in *The Oxford Handbook of Timbre*, Oxford University Press, 2018.
- GORDON Edwin E., *A music learning theory for newborn and young children*, Chicago, G.I.A. Publications, 3e édition, 2003.
- GORDON Edwin E., *Learning sequences in music skill, content and patterns*, Chicago, G.I.A. Publications, 1988.
- GOSELIN Pierre & LE COGUIEC Éric, *La recherche création : Pour une compréhension de la recherche en pratique artistique*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2006.
- GOVAERTS Paul J., DAEMERS Kristin, SCHAUWERS Karen, De BEUKELAER Carina, YPERMAN Marjan, De CEULAER Geer., et al., « Implantation précoce et/ou bilatérale. » *Rééducation orthophonique*, n°217, 2004, p. 31-47.
- GRAHAM Daniel J., MENG Ming, « Artistic representations: clues to efficient coding in human vision », *Visual Neuroscience*, Vol. 28, n°4, 2011, p. 371-379.
- GREENBERG Clement, *Modernist Painting*, Washington, D.C., in Forum Lectures (Voice of

America), 1960

GRIMAULT Nicolas, BACON Sid P., MICHEYL Christophe, « Auditory stream segregation on the basis of amplitude-modulation rate », *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 111, 2002, p. 1340-1348.

GRISEY Gérard, « La musique, le devenir des sons », in *Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, Paris, Editions MF, 2008.

GRISEY Gérard, « Structuration des timbres dans la musique instrumentale », in Jean-Baptiste Barrière (éd.), *Le timbre métaphore pour la composition*, Christian Bourgois Editeur/Ircam, Paris, 1991.

GROUPE μ , *Traité du signe visuel. Pour une rhétorique de l'image*, Paris, Le Seuil, 1992.

GUIDETTI Michel & TOURRETTE Catherine, *Handicaps et développement psychologique de l'enfant*, Paris, Armand Colin, 2002.

GUILLAUME Paul, *La psychologie de la forme*, Paris, Flammarion, 1937.

GUTHLEBEN Denis, « La cristallographie, de Platon à nos jours... ». *CNRS Le Journal*, n°256, février 2014, p. 66.

H

HAGE Catherine, « Co-construire le langage : le défi des interactions précoces avec le très jeune enfant sourd », *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, Vol. 27, Tome 5, n°138, 2015, p. 427-434.

HAGE Catherine, CHARLIER Brigitte & LEYBAERT Jacqueline, *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd. Pistes d'évaluations*, Bruxelles, Mardaga, 2006.

HANSLICK Eduard, *Du beau dans la musique*, Leipzig, 1854, trad. fr. Ch. Bannelier, Paris, Bourgois, 1986.

HARALICK Robert M., « Statistical and structural approaches to texture », *Proceedings of the IEEE*, Vol. 67, n°5, 1979, p. 787-804.

HARDELIN Jean-Pierre, DENOYELLE Françoise, LEVILLIERS Jacqueline, SIMMLER Marie-Christine & PETIT Christine, « Les surdités héréditaires : génétique moléculaire », *Med Sci (Paris)*, Vol. 20, n°3, 2004, p. 311-316.

HARGREAVES David J. and GALTON Maurice J., « Aesthetic learning; psychological theory and educational practice », in B. Reimer and R.A. Smith (Eds.) *National Society for the Study of Education Yearbook on the Arts in Education* (Ed.), p. 124-50, 1992.

HARRIS Michael S., PISONI David B., KRONENBERGER William G., GAO Sujuan, CAFFREY Helena M., & MIYAMOTO Richard T., « Developmental trajectories of forward and backward digit spans in deaf children with cochlear implants », *Cochlear implants international*, Vol. 12 (Suppl. 1), 2011, p. 84-88.

HAYES Heather, GEERS Ann E., TREIMAN Rebecca & MOOG Jean S., « Receptive Vocabulary Development in Deaf Children with Cochlear Implants: Achievement in an Intensive Auditory-Oral Educational Setting », *Ear Hearing*, Vol. 30, n°1, 2009, p. 128-135.

HELMHOLTZ Hermann von (1877), *On the sensations of tone* (English translation A.J. Ellis, 1954),

New York, Dover ; traduction française, *Théorie physiologique de la musique, fondée sur l'étude des sensations auditives*. Trad. par Georges GUEROULT et Auguste Desiré Bernard WOLFF, Paris, Masson et fils, 1868.

HERHOLZ Sibylle C. & ZATORRE Robert J., « Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure », *Neuron*, Vol. 76, 2012, p. 486-502.

HUMMEL Cora J. M. « The Value of Music in Teaching Deaf Students », *Volta Review*, Vol. 73, 1971, p. 224-249.

HUMPHREY Doris, *Construire la danse [The Art of making dances, 1959]*, Paris, L'Harmattan, 1998, p. 126.

HURON David, « On the Role of Embellishment Tones in the Perceptual Segregation of Concurrent Musical Parts », *Empirical Musicology Review*, Vol. 2, n°4, 2007, p. 123-39.

HURON David, « Perceptual and cognitive applications in music information retrieval », In *International Symposium on Music Information Retrieval*, 2000.

HURON David, « The ramp archetype and the maintenance of auditory attention », *Music Perception*, Vol. 10, n°1, 1992, p. 83-92.

HURON David, «Voice Denumerability in Polyphonic Music of Homogeneous Timbres », *Music Perception*, Vol. 6, n° 4, 1989, p. 361-382.

HURON David, HELLMUTH MARGULIS Elizabeth, « Musical Expectancy and Thrills », in P.N. Juslin et J.A. Sloboda (éd.), *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications*, Oxford-Toronto, Oxford University Press, 2010, p. 586.

HURON David, *Sweet Anticipation: Music and The Psychology of Expectation*, Cambridge: MIT Press, 2006.

HURON David, *Voice leading, The Science behind a Musical Art*, Cambridge, MIT Press, 2016.

HUSSERL Edmund, *Méditations cartésiennes*, Paris, Vrin, 1953.

I

IMBERTY Michel, « Introduction : Du geste temporel au sens » in *Temps geste et musicalité*, sous la direction de Michel Imberty et Maya Gratier, Paris, L'Harmattan, 2007.

IMBERTY Michel, *La musique creuse le temps... De Wagner à Boulez : Musique, psychologie, psychanalyse*, Paris, L'Harmattan, 2005.

IMBERTY Michel, *L'acquisition de structures tonales chez l'enfant*, Paris, Klincksieck, 1969.

ISHAGHPOUR Youssef, *Rothko, une absence d'image : lumière de la couleur*, Tours, Éditions Léo Scheer, 2003.

J

JACQUES-DALCROZE Émile, *Le rythme, la musique et l'éducation*, éd. Foetisch, Lausanne, 1965 (original 1920).

JACQUES-DALCROZE Émile, « La technique corporelle de la rythmique », *Le Rythme*, 1926, n°17, p. 2-3.

JACQUES-DALCROZE Emile, *Notes bariolées*, Genève, édition Jeheber, 1948.

- JAUSS Hans Robert, *Pour une esthétique de la réception*, Paris, éditions Gallimard, 1978.
- Jérôme BAILLET, « Gérard Grisey : Partiels », *L'éducation musicale*, « baccalauréat 2001 », supplément au n° 473/474, septembre-octobre 2000.
- JOHNSON Steven, « Rothko Chapel and Rothko's Chapel », *Perspectives of New Music*, Vol. 32, n° 2, 1994, p. 11.
- JOLIAT François, « La genèse et le développement de l'éducation musicale à l'école : entre l'enseignement de l'art et l'éducation par l'art en Suisse romande », in M. Mellouki & A. Akkari (Ed.), *La recherche au service de la formation des enseignants, Actes de la recherche*, Vol. 7, 2009, p. 195-217.
- JONES Mari Riess & YEE William, « L'attention aux évènements auditifs : le rôle de l'organisation temporelle », in *Penser les sons*, p. 74-121.
- JOUBERT Muriel, « Le Kammerkonzert pour treize instrumentistes de Ligeti : une écriture d'une grande rigueur », In *Musurgia, Pratique et Analyse Musicale*, Vol. 8, n°1, 2001, p. 57-79.
- JUNOD Philippe, *Contrepoints. Dialogues entre musique et peinture*, Genève, Contrechamps, 2006.
- JUNTUNEN Marja-Leena. « Embodiment in musical knowing: how body movement facilitates learning within Dalcroze Eurhythmics », *British Journal of Music Education*, Vol. 21, n°2, July 2004, p. 199-214.
- JUSLIN Patrik N. et SLOBODA John A., « Introduction. Aims, Organization, and Terminology », in P.N. Juslin et J.A. Sloboda (dir.), *Handbook of Music and Emotion. Theory, Research, Applications*. New York, Oxford University Press, 2010, p. 3-12.
- K
-
- KALINOWSKI Isabelle, « Hans-Robert Jauss et l'esthétique de la réception », *Revue germanique internationale*, Vol. 8, 1997, p. 151-172.
- KANDINSKY Vassily, *Du spirituel dans l'art et dans la peinture en particulier*, éd. établie et présentée par Philippe Sers, Paris, Denoël, Gallimard, « Folio Essais », trad. de l'allemand par Nicole Debrand, trad. du russe par Bernadette Du Crest, 1989.
- KARMILOFF-SMITH Kyra & KARMILOFF-SMITH Annette, *Comment les enfants entrent dans le langage*, Paris, Retz, 2012.
- KIRSCHNER Sebastian et TOMASELLO Michael, « Joint drumming: Social context facilitates synchronization in preschool children », *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 102, p. 299-314.
- KNOWLTON Kenneth C., « A computer technique for producing animated movies », in *Proceeding*, April 21-23, Washington, D.C., 1964, p. 67-87.
- KODÁLY Zoltán, *Music should belong to everyone*, IKS: Budapest, 2002.
- KODÁLY Zoltán, *The selected writings of Zoltán Kodály*, Halapy, Lili (trad.), Macnicol, Fred (trad.), Boosey & Hawkes, 1974.
- KOFFKA Kurt, *Principles of Gestalt psychology*, New York, Harcourt Brace, 1935.
- KÖHLER Wolfgang, *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand*. Erlangen: Verlag der Philosophischen Akademie, 1920.

- KOKORAS Panayiotis, « Auditory Fusion and Holophonic Musical Texture », in *Xenakis's Pithoprakta*, Athènes, 2014.
- KOTZ Sonja A. E. & SCHWARTZE Michael, « Differential Input of the Supplementary Motor Area to a Dedicated Temporal Processing Network: Functional and Clinical Implications », *Frontiers in Integrative Neuroscience*, Vol. 5, 2011, p. 86.
- KRAL Andrej & EGGERMONT Jos J., « What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity », *Brain Research Reviews*, Vol.56, 2007, p. 259-269.
- KRAMER Lawrence, « Subjectivity Rampant! Music, Hermeneutics, and History », in *The Cultural Study of Music. A critical introduction*, ed. by Martin Clayton, Trevor Herbert and Richard Middleton, New York: Routledge, 2003, p. 124-35.
- KRUMHANS� Carol L., « Effects of musical context on similarity and expectancy », *Systematische Musikwissenschaft*, Vol. 3, n°2, 1995, p. 211-250.
- KUBIK Suzana, « Vivre, ressentir, comprendre : l'enseignement musical selon la rythmique Dalcroze », *Dossier Éducation musicale dans le monde*, publié en ligne le 17 février 2017, France Musique. <https://www.francemusique.fr/savoirs-pratiques/vivre-ressentir-comprendre-l-enseignement-musical-selon-la-methode-dalcroze-32139>
- KURTH Ernst, *Musikpsychologie*, Berlin, Max Hesse, 1931, 2e éd. 1947.
- KURTH Ernst, *Selected Writings* (sous la dir. de I. Bent), Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
- L
-
- La surdité de l'enfant - guide pratique à l'usage des parents*, édition INPES/Fondation de France, 2005.
- LABAN Rudolph, *La maîtrise du mouvement*, Arles, Acte Sud, 1994.
- LACASSE Serge, « "Listen to My Voice": The Evocative Power of Vocal Staging in Recorded Rock Music and Other Forms of Vocal Expression », Thèse de doctorat, Université de Liverpool, 2000.
- LACASSE Serge, « Composition, performance, phonographie : Un malentendu ontologique en analyse musicale? » in *Groove : Enquête sur les phénomènes musicaux contemporains*, sous la direction de Serge Lacasse et Patrick Roy, Québec, Presses de l'Université Laval, 2006, p. 65-78.
- LACHENMANN Helmut, cité par Clyttus Gottwald, in *Musik-Konzept* n 61/62, numéro consacré à « Helmut Lachenmann », sous la dir. de H.-K. Metzger, M nich, oct. 88.
- LALITTE Philippe, « Le spectre d'une voix, analyse de L'esprit des dunes de Tristan Murail. » In Szendy P. (Eds.), *Tristan Murail*, Paris, L'Harmattan/Ircam-Centre Georges Pompidou, 2002, p. 59-102.
- LALITTE Philippe, « Outils informatiques et méthodes pour l'analyse des musiques actuelles », *Focus sur le rock en France*,  ditions Delatour France, Sampzon, 2014, p. 191-213.
- LALITTE Philippe, « Temporalité et texture dans "Eight Lines" de Steve Reich : de la perception locale à la forme expérientielle. » *Musicologies nouvelles*,  ditions Musicales Lugdivine 2017,

Les temps de la musique (thèmes Agrégation 2018) 4, p. 66-76.

- LALITTE Philippe, « Texture et émergence perceptive en musique contemporaine », in *Texte, texture, textile. Variations sur le tissage dans la musique, les arts plastiques et la littérature*, EUD, 2013, p. 121-133.
- LALITTE Philippe, « The Unique Aesthetic Character of the Music of Roger Reynolds », in Stephen McAdams et Marc Battier (éds.), *Creation and perception of a contemporary musical work: The Angel of Death by Roger Reynolds*, Paris, IRCAM-Centre Georges Pompidou (DVD, ± 28 pages), 2005.
- LALITTE Philippe, « Vers une analyse texturale fondée sur les principes de l'analyse de scène auditive », in *Analyse et perception, Actes des Journées d'analyse musicales*, 2016. Dijon, Editions Universitaires de Dijon.
- LALITTE Philippe, *Analyser l'interprétation de la musique du XXe siècle*, Hermann, Paris, 2015.
- LALITTE Philippe, BIGAND Emmanuel, KANTOR-MARTYRUSKA Joanna et DELBÉ Charles, « On listening to atonal variants of two Piano Sonatas by Beethoven », *Music Perception*, Vol. 26, n°3, 2009, p. 223-234.
- LALITTE Philippe, « Contribution de l'analyse de scène auditive à l'analyse de la performance », *IXe congrès européen d'Analyse musicale (CEAM - Euromac 9) / 9th European Music Analysis Conference*, Juin 2017, Strasbourg, France.
- LALITTE Philippe, « Implications compositionnelles et perceptives des échelles temporelles locales et globales », in *Le rythme, Actes des 2es Rencontres inter artistiques*, mars 2005, série « Conférences et séminaires », Paris, Observatoire Musical Français, Université de Paris-Sorbonne, 2006, p. 23-34.
- LAMBERT Nelle et LOTSTRA Françoise, « L'attachement. De Konrad Lorenz à Larry Young : de l'éthologie à la neurobiologie », *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, Vol. 35, n°2, 2005, p. 83-97.
- LARTILLOT Olivier et TOIVIAINEN Petri, « A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio », in *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.
- LAURENT Stéphane et ROY Thomas, « Le Bilan d'efficacité prothétique : interprétation et utilisation pour les réglages », *Les Cahiers de l'Audition* n°6, 2012, p. 24-28.
- LAVIGNE Emma et HORVATH Anne, *Dossier de Presse Musicircus*, œuvres phares du Centre Pompidou/Musée National d'Art Moderne, 20/04/16-17/07/17.
- LAZAROU Loulietta, PARASTATIDIS Themis, TSOLAKI Anthoula, GKIOKA Mara, « International Ballroom Dancing Against Neurodegeneration: A Randomized Controlled Trial in Greek Community-Dwelling Elders With Mild Cognitive impairment », *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, Vol. 32, n°8, p. 489-499.
- LE CALVEZ Viviane, « La méthode verbo-tonale à l'heure de l'implant cochléaire », *Connaissances Surdités*, n°28, 2009, p. 13-17.
- LE GOUIC Jean-Claude, « Sheila Hicks, Cheminement en sensualités textiles », *Textile art revue*, mars 2018.
- LE MANER-IDRISSI Gaïd, PAJON Cécile, GAVORNIKOVA-BALIGAND Zdenka, DELEAU

- Michel, TAN-BESCOND Géraldine & GODEY Benoit, « Implant cochléaire et développement des échanges conversationnels », *Revue canadienne des sciences du comportement*, Vol. 40, n°2, 2008, p. 120-127.
- LEDERBERG Amy & EVERHART Victoria S., « Conversations Between Deaf Children and Their Hearing Mothers: Pragmatic and Dialogic Characteristics », *Journal of deaf studies and deaf education*, Vol. 5, 2000, p. 303-322.
- LELEU Claire et PETER-CHATOUX Anne Gabrielle, « La méthode Jacques-Dalcroze aujourd'hui », *Revue de l'APEMU*, 2017, p. 51-53.
- LELEU Jean-Louis, *La construction de l'idée musicale : Essais sur Webern, Debussy et Boulez*, éditions Contrechamps, 2015.
- LENEL Nadjmah, « Les communications alternatives », In M. Mondain et V. Brun (Eds.), *Les surdités de l'enfant*, Issy-les-Moulineaux, Masson, 2009, p. 20-27.
- LEPOT-FROMENT Christiane & CLEREBAUT Nadine, *L'enfant Sourd*. Chapitre 2 : « Les interactions prélinguistiques entre l'enfant et ses parents », Bruxelles, De Boeck, 1996, p. 59-82.
- LERCH Alexander, *An Introduction to Audio Content Analysis*, New York, John Wiley, 2012.
- LERDAHL Fred, JACKENDOFF Ray, *A Generative Theory of Tonal Music*, Cambridge, MIT Press, 1983.
- LESTER Joel, *Analytic Approaches to Twentieth-Century Music*, New York et Londres, W. W. Norton, 1989.
- LEVÄNEN Sari, JOUSMÄKI Veikko & HARI Riitta, « Vibration-induced auditory-cortex activation in a congenitally deaf adult », *Current Biology*, Vol. 8, n°15, 1998, p. 869-872.
- LEVIN Judikael et BOSSIS Bruno, « Les descripteurs audio au service de l'analyse comparée des canaux stéréophoniques dans les musiques populaires », <https://jim2019.sciencesconf.org/data/pages/LevinBossis.pdf>
- LEVITIN Daniel, *De la note au cerveau*, Paris, Editions Héloïse d'Ormesson, 2010.
- LEYBAERT Jacqueline & ALEGRIA Jésus, « The role of cued speech in language development of deaf children. » In M. Marschark & P. E. Spencer (Eds.), *Handbook of deaf studies, language, and education*, New York, Oxford University Press, 2003, p. 261-274.
- LEYBAERT Jacqueline & LASASSO Carol, « Cued speech for enhancing speech perception and first language development of children with cochlear implants », *Trends in Amplification*, Vol. 14, n°2, 2010, p. 96-112.
- LIGETI György, « Concerto de Chambre », in *Passages du XXème siècle, première partie*, janvier-juillet 1977, Ed. IRCAM et Métiers graphiques, 1977, p. 101.
- LIGETI György, « Pierre Boulez : Structure and Automatism in Structure la » in *Die Reihe* n° 4, 1958, trad. fr. « Décision et automatisme dans la Structure Ia de Pierre Boulez », in *Neuf essais sur la musique*, Genève, Editions Contrechamps, 2001, p. 89-126.
- LIGETI György, « Evolution de la forme musicale », *Die Reihe*, n°7, Universal Edition (Vienne, 1960), repris dans *Neuf essais sur la musique*, Editions Contrechamps (Genève, 2001), p. 140.

- LIGETI György, *György Ligeti in Conversation with Peter Varnai, Josef Hausler, Claude Samuel and himself*, London, Eulenburg, 1983.
- LIGNY Chantal, SIMON Patricia, MATAGNE Laurence & SCHEPERS Franz, « Implantation cochléaire bilatérale », *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, Vol. 27, Tome 5, n°138, 2015, p. 403-413.
- LINA-GRANADE Geneviève & TRUY Éric, « Conduite à tenir devant une surdité de l'enfant », *EMC-Oto-rhino-laryngologie*, Vol. 2, n° 3, 2005, p. 290-300.
- LORENZ Konrad, *Evolution et modification du comportement*, Paris, éd. Payot & Rivages, 2007.
- LORENZI Christian, GILBERT Gaëtan, CARN Héloïse, GARNIER Stéphane et MOORE Brian C. J., « Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Dec 2006, Vol. 103, n°49, p.18866-18869.
- LORTAT-JACOB Bernard, *Chants de Passion, au cœur d'une confrérie de Sardaigne*, Paris, Cerf, 1998.

M

- MALT Mikhail, « Une proposition pour l'analyse des musiques électroacoustiques de Xenakis à partir de l'utilisation de descripteurs audio », in *Iannis Xenakis – The Electroacoustic Music / La Musique électroacoustique*, sous la direction de Makis Solomos, L'Harmattan, Paris, 2015, p. 159-198.
- MAMASSIAN Pascal et LE CORRE François, « Des illusions dans tous les sens », *L'Essentiel Cerveau et Psycho* n° 12, novembre 2012-janvier 2013.
- MANFREDI Louise R., SAAL Hannes P., BROWN Kyler J., ZIELINSKI Mark C., DAMMANN III John F., POLASHOCK Vicky S. and BENSMAIA Sliman J., « Natural scenes in tactile texture », *Journal Neurophysiology*, Vol. 111, 2014, p. 1792-1802.
- MARGULIS Elizabeth Hellmuth, « A model of melodic expectation », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 22, n°4, 2005, p. 663-714.
- MARLIN Sandrine, GARABÉDIAN Éréa Noël, ROGER Gilles, MOATTI Lucien, MATHA Nicole, LEWIN Patricia, et al. « Connexin 26 gene mutations in congenitally deaf children: pitfalls for genetic counseling », *Arch. Otolaryngol. head Neck Surg*, 2001, Vol. 127, n°8, p. 927-33.
- MARQUET Françoise, *Zao Wou-Ki, Autoportrait*, Paris, éditions Fayard, 1988.
- MARTENOT Maurice & SAÏTO Christine, *La relaxation active ou kinésophie : le corps, expression de l'être*, Paris, Le Courrier du Livre, 2004.
- MARTENOT Maurice, *Principes fondamentaux de la formation musicale et leur application*, Paris, Magnard, 1996.
- MATHEWS Max, « The digital computer as a musical instrument. », *Science*, New Series, Vol. 142, N° 3592, 1963, p. 553-557.
- MATHIEU Louise, « Un regard actuel sur la rythmique Jacques-Dalcroze », *Recherche en éducation musicale*, n°28, décembre 2010, p. 17-27.
- MAURIAL Sandrine, « États de couleur entre pigment-matière et pixel-lumière », *Traitement du*

- signal*, Vol. 21, numéro spécial « L'image numérique couleur », 2004, p. 373-384.
- MCADAMS Stephen & BIGAND Emmanuel, *Penser les sons, Psychologie cognitive de la musique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1994.
- MCADAMS Stephen, « La reconnaissance de sources et d'événements sonores », in S. McAdams et E. Bigand (éd.), *Penser les sons : La psychologie auditive de l'audition*, Paris, PUF, 1994, p. 157-213.
- MCADAMS Stephen, *Perception et cognition de la musique*, Paris, Vrin, 2015.
- MCADAMS Steve, « Spectral fusion and the creation of auditory images », in Manfred Clynes (ed.) *Music, Mind, and Brain*, 1982, p. 279-298.
- MCDERMOTT E. F. « Music and Rhythm - From Movement and Lipreading and Speech », *Volta Review*, Vol. 73, 1971, p. 229-232.
- MÉLÈSE Pierre, *Samuel Beckett*, Paris, Pierre Seghers, 1966.
- MERLEAU-PONTY Maurice, *La structure du comportement*, Paris, PUF, 1942.
- MESSENGER Thomas, « Texture and Form in the Masses of Fayrfax », *Journal of the American Musicological Society*, Vol. 24, n° 2, 1971, p. 282-286.
- MEYER Leonard B, *Emotion and Meaning in Music*, 1956, The University of Chicago Press, trad. fr., *Emotion et Signification en Musique*, Arles, Actes Sud, 2011.
- MIALARET Jean-Pierre, « Maurice Chevais et la didactique de la musique à l'école », In C. Fijalkow (Ed.), *Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique*, Paris, L'Harmattan, 1995, p. 93-106.
- MICHEL Pierre, « György Ligeti : Kammerkonzert pour 13 instrumentistes (1969-70) », *Analyse musicale*, n°34, 1999, p. 31-51.
- MICHEL Pierre, *György Ligeti*, Paris, Minerve, deuxième édition revue et complétée, 1995.
- MIDDLETON Richard, « Play it Again Sam: Some Notes on the Productivity of Repetition in Popular Music », *Popular Music*, Vol. 3, 1983, p. 235-270.
- MIDDLETON Richard, « L'étude des musiques populaires », in *Musique une encyclopédie pour le XXIe siècle, Vol. 2, Savoirs musicaux*, sous la direction de Jean-Jacques Nattiez, Paris, Actes Sud/Cité de la musique, 2004, p. 771.
- MILLER George A. et LICKLIDER Joseph C. R., « The intelligibility of interrupted speech », *Journal of the Acoustical Society of America*, n° 22, 1950, p. 167-173.
- MITANI Chisato, NAKATA Takayuki, TREHUB Sandra, KANDA Yukihiro, KUMAGAMI Hidetaka, TABASAKI Kenji, et al., « Music recognition, music listening, and word recognition by deaf children with cochlear implants », *Ear Hearing*, Vol. 28(Supplement), 2007, p. 29-33.
- MITHEN Steven J., « The music instinct: the evolutionary basis of musicality », *Annals of the New York Academy of Science*, Vol.1169, 2009, p. 3-12.
- MONDAIN Michel, BLANCHET Catherine & VENAIL Frederic & VIEU Adrienne, « Classification et traitement des surdités de l'enfant », *Emc - Oto-rhino-laryngologie*, Vol. 2, 2005, p. 301-319.
- MONTESSORI Maria, *L'enfant*, Paris, Desclée de Brouwer, 1936, 12e éd., tr. G.J.J. Bernard.

- MONTEVERDI Claudio, Préface aux *Madrigaux guerriers et amoureux, huitième livre des madrigaux*, in *Correspondances, préfaces, épîtres dédicatoires*, trad. A. Russo, Sprimont, Mardaga, 2001.
- MOORE Allan F. et DOCKWRAY Ruth, « Configuring the Sound-Box 1965-1972 », *Popular Music*, Vol. 29, n° 2, 2010, p. 181-197.
- MOORE Allan F., *Rock: The Primary Text: Developing a Musicology of Rock*, Aldershot, Ashgate, 2004.
- MOORE Jean K., NIPARKO John K., MILLER George A. & LINTHICUM Fred H., « Effect of Profound Hearing Loss on A Central Auditory Nucleus », *American Journal of Otology*, Vol. 15, n°5, 1994, p. 588-595.
- MORGAN Robert. P., *Twentieth-Century Music: a history of musical style in modern Europe and America*, New York: Norton, 1991.
- MOULENDA Joseph Igor, « Par-delà le sens, l'écriture et le texte. Jacques Derrida », *Controverses, Revue spécialisée de philosophie*, ENS, Libreville, Editions Oudjat, 2016.
- MOUSSARD Aline, ROCHETTE Françoise & BIGANG Emmanuel, « La musique comme outil de stimulation cognitive », *L'Année psychologique*, Vol. 112, n°3, 2012, p. 499-542.
- MOYLAN William, *The Art of Record Production: The Creative Resources of Music Production and Audio*, 1ère édition, New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
- MOYLAN William, *Understanding and Crafting the Mix: The Art of Recording*, 2e édition, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2002.
- MUNDY Peter & NEWELL Lisa, « Attention, joint attention, and social cognition », *Current directions in Psychological Science*, Vol. 16, 2007, p. 269-274.

N

- NAKATA Takayuki & TREHUB Sandra E., « Infants' Responsiveness to Maternal Speech and Singing », *Infant Behavior and Development*, Vol. 27, 2004, p. 455-464.
- NAKATA Takayuki, TREHUB Sandra, MITANI Chisato, KANDA Yukihiro, SHIBASAKI Atsuko & SCHENLLENBERG E. Glenn, « Music recognition by Japanese children with cochlear implants », *Journal of Physiological Anthropology. Applied Human Sciences*, Vol. 24, n°1, 2005, p. 29-32.
- NARMOUR Eugene, « Hierarchical expectation and musical style », In D. Deutsch (ed), *The Psychology of Music*, 2nd Edition. San Diego: Academic Press, 1999, p. 442-472.
- NARMOUR Eugene, *The analysis and cognition of basic melodic structures: the implication-realisation model*, Chicago, University of Chicago Press, 1992.
- NATTIEZ Jean-Jacques, « Varèse's Density 21.5: A study in semiological analysis », *Music Analysis*, n° 1, 1982, p. 243-340.

O

- OECHSLIN Mathias S., MEYER Martin & JÄNCKE Lutz, « Absolute Pitch - Functional Evidence of Speech-Relevant Auditory Acuity », *Cerebral cortex*, Vol. 20, n°2, 2010, p. 447-455.
- ORFF Carl et KEETMAN, *Guild, Musik für Kinder*, B. Schott's Söhne, Mainz, vol. 1, 1950, vol. 2,

1952, vol. 3, 1953, vol. 4, 1954, vol. 5, 1954.

ORSENNA Erik, *Voyage Aux Pays du Coton : Petit Précis de la Mondialisation*, Paris, Fayard, 2006.

P

PANKSEPP Jaak, « The Emotional Sources of Chills Induced by Music », *Music Perception*, Vol. 13, n°2, 1995, p. 171-207.

PANKSEPP Jaak, *Affective Neuroscience*, New York, Oxford University Press, 1998.

PAPOUSEK Mechthild, PAPOUSEK Hanuš & HAEKEL Monika, « Didactic adjustments in fathers' and mothers' speech to their three-month-old infants », *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 16, n°5, 1987, p. 491-516.

PAQUIER Mathieu, « Traitement du bruit et de la parole par le système auditif chez l'entendant et le déficient auditif », *Les Cahiers de l'Audition*, Vol. 26, 2013, p. 17-22.

PATEL Aniruddh D., *Music, Language and the Brain*, New York, Oxford University Press, 2008.

PEARCE Marcus T. & WIGGINS Geraint A., « Expectation in melody: The influence of context and learning », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 23, n°5, 2006, p. 377-405.

PENROSE Lionel S. et PENROSE Roger, « Impossible Objects: A Special Type of Illusion », *British Journal of Psychology*, Vol. 49, n° 1, 1958, p. 31-33.

PERETZ Isabelle, « Towards a Neurobiology of Musical Emotions », in P. J. J. Sloboda (Ed.), *Handbook of Music and Emotion: Theory, research, applications*, Oxford, Oxford University Press, 2010, p. 99-126.

PERETZ Isabelle, *Apprendre la Musique, Nouvelles des Neurosciences*, Odile Jacob, 2018.

PERETZ Isabelle, « A quoi sert la musique ? », *Le temps stratégique*, mars-avril 2000, n°92.

PERRAUDEAU Sandrine, « Un Atelier Musical avec les enfants sourds », *Connaissances Surdités*, Décembre 2012, n°42, p. 23-25.

PIAGET Jean, *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1945.

PIAGET Jean, *Naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Paris, Delachaux et Niestlé, Actualité pédagogiques et psychologiques, 1977.

PIENCIKOWSKI Robert, « Note de programme pour *Structures pour deux pianos* », premier livre [archive], sur le site de l'IRCAM.

PINEAU Marion & TILLMANN Barbara, *Percevoir la musique : une activité cognitive*, Paris, L'Harmattan, 2001.

PINTO Serge et SATO Marc, *Traité de Neuro-linguistique : du cerveau au langage*, De Boeck, 2016.

PISONI David B. & CLEARLY Miranda, « Measures of Working Memory Span and Verbal Rehearsal Speed in Deaf Children after Cochlear Implantation », *Ear Hearing*, Vol. 24, n°1, 2003, p. 106-120.

PISONI David B., KRONENBERGER William G., ROMAN Adrienne & GEERS Ann E., « Measures of digit span and verbal rehearsal speed in deaf children after more than 10 years of cochlear implantation », *Ear and Hearing*, Vol.32, 2011, p. 60-74.

- PISTON Walter, *Orchestration*, London, Victor Gollancz, 1955.
- PLUTCHIK Robert, *Emotion a Psycho Evolutionary Synthesis*, Harper, New York, 1980.
- PREISLER Gunilla, *Les implants cochléaires chez les enfants sourds*, Strasbourg, Edition du conseil de l'Europe, 2001.
- PRESSNITZER Daniel, SUIED Clara and SHAMMA Shihab A., « Auditory Scene Analysis: the sweet music ambiguity », *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 5, n° 158, 2011, p. 1-10.

R

- RASTIER François, *Le silence de Saussure ou l'ontologie refusée*, éd. Bouquet, 2003.
- Recommandation BIAP 06/8 : « L'appareillage de l'enfant déficient auditif. »
- REICH Steve, « Music as a gradual process », in *Writings on music 1965-2000*, New-York, Oxford University Press, 2002, p. 34-36.
- REICH Steve, *Différentes phases*, Paris, Cité de la musique-Philharmonie de Paris, 2016.
- REICH Steve, *Écrits et entretiens sur la musique*, Christian Bourgeois éditeur, Paris, 1981.
- RENARD Christian et AZÉMA Bernard, *Précis d'Audioprothèse, Production, phonétique acoustique et perception de la parole*, Elsevier Masson, « Chapitre 5 – Données fréquentielles et temporelles de la perception de la parole », 2005, p. 291.
- RENARD Claire, *Le geste musical*, Van de Velde, 1982.
- REYNOLDS Roger, *Form and Method: Composing Music*, The Rothschild Essays, Edited by Stephen McAdams, New York, Routledge, 2002.
- REYNOLDS Roger, « Manuscript Sketch of *Symphony [Myths]* by Roger Reynolds », Internet <http://lcweb2.loc.gov/diglib/ihis/loc.natlib.ihis.200029047>.
- RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte, *L'Éducation musicale en Hongrie*, 2e éd., A. Leduc, Paris, 1977.
- RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte, *Développer les capacités d'écoute à l'école, Ecoute musicale, écoute des langues*, Paris, PUF, 1997.
- RICHARD JOHNSON C., MESSIER Paul, SETHARES William A., KLEIN Andrew G., BROWN Christopher A., HOANG DO Anh, KLAUSMEYER Philip A., ABRY Patrice, JAFFARD Stéphane, WENDT Herwig, ROUX Stéphane, PUSTELNIK Nelly, VAN NOORD Nanne, VAN DER MAATEN Laurens, POSTMA Eric, CODDINGTON James, DAFFNER Lee Ann, MURATA Hanako, WILHELM Henry, WOOD Sally et MESSIER Mark, « Pursuing automated classification of historic photographic papers from raking light image », *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 53, n°3, 2014, p. 159-170.
- RIEDELSHEIMER Thomas, *Touch The Sound : un voyage sonore avec Evelyn Glennie*, un documentaire germano-britannique réalisé en 2004.
- RINALDI Pasquale, CASELLI Cristina, « Lexical and Grammatical Abilities in Deaf Italian Preschoolers: The Role of Duration of Formal Language Experience », *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Vol. 14, Issue 1, Winter 2009, p. 63–75.
- RISSET Jean-Claude, « Pitch and Rhythm Paradoxes: Comments on Auditory Paradox Based on Fractal Waveform », *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 79, 1986, p. 186-

- RISSET Jean-Claude, « Composer le son : expériences avec l'ordinateur, 1964-1989 », *Contrechamps*, n° 11, 1990, p. 107-126.
- RISSET Jean-Claude, « Ouvrir l'espace sonore : Max Mathews, John Chowning, Holophon, » *Journée d'informatique musicale*, 2011.
- ROBERTS Megan Y., « Parent-Implemented Communication Treatment for Infants and Toddlers With Hearing Loss: A Randomized Pilot Trial », *Journal of Speech Language and Hearing Research*, Vol. 62, n°1, 2018, p. 143-152.
- ROCHETTE Françoise, « Entraînement Auditif et Musical Chez l'Enfant Sourd Profond : Effets sur la Perception Auditive et Effets de Transferts », Thèse d'état, Université de Bourgogne, 2012.
- ROSEN Charles, *Arnold Schönberg*, Chicago, The University Press of Chicago, 1975; trad. fr.: *Shoenberg*, Paris, Minuit, 1979, p. 52.
- ROSENBERG Harold, « Les peintres d'action américains » (1952), in Charles Harrison et Paul Wood (ed.), *Art en théorie 1900-1990*, Hazan, 1997 pour la traduction française, p. 644.
- ROSENBLUM Ouriel, « Du bébé à l'empathie : Une approche des interactions affectives », in A. Braconnier & J. Sipos (Dir), *Le Bébé et les interactions précoces*, Paris, PUF, 1998, p. 167-194.
- ROSS Alex, *The Rest is Noise : A l'écoute du XXe siècle, la modernité en musique*, Arles, Acte Sud, 2010.
- ROWELL Lewis, *Thinking About Music: An Introduction to the Philosophy of Music*, The University of Massachusetts, Amherst, 1983.
- S
-
- SABBE Herman, « Gyorgy Ligeti, illusions et allusions », *J. New Music Res.*, Vol. 8, 1979, p. 11-34.
- SADEK-KHALIL Denise, *L'enfant sourd et la construction de la langue*, Montreuil, Ed. Du Papyrus, 1997.
- SADIE Stanley and TYRELL John, *The New Grove Dictionary of Music and Musicians, Vol XVIII*, Oxford University Press, 1980.
- SAFATLE Vladimir, « Morton Feldman comme critique de l'idéologie : expression et politique dans Rothko Chapel », in Kogler, S. et Olive, J-P. (dir), *Expression et geste musical*, Éditions L'Harmattan, Paris, 2013.
- SAINT-MARTIN Fernande, *Sémiologie du langage visuel*, Sillery, Presses de l'Université du Québec, 1987.
- SARROUILHE Denis, FAVOT Laure, *Histologie UE2*, Ed. Ellipses « Entraînement intensif », 2018.
- SAUSSURE Ferdinand de, *Écrits de Linguistique générale*, Texte établi et édité par S. Bouquet et R. Engler, Paris, Gallimard, 2002.
- SCHAEFFER Pierre, *Traité des objets musicaux*, Paris, Seuil, 1966.
- SCHELLENBERG E. Glenn, « Expectancy in melody: Tests of the implication-realization model », *Cognition*, Vol. 58, 1996, p. 75-125.

- SCHELLENBERG E. Glenn, « Simplifying the implication-realization model of melodic expectancy », *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 14, n°3, 1997, p. 295-318.
- SCHELLENBERG E. Glenn, ADACHI Mayumi, PURDY Kelly T. & MCKINNON Margaret C., « Expectancy in Melody: Tests of Children and Adults », *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 131, 2002, p. 511-537.
- SCHENKER Heinrich, *L'Écriture Libre* (1935), Seconde édition revue et adaptée par Oswald Jonas. Trad. De l'allemand par N. Meeùs. Titre Original : *Der freie Satz* (Neue musikalische Theorien und Phantasien, vol. 3). Liège, Mardaga, 1993.
- SCHER Joël, « Rhéologie, texture et texturation des produits alimentaires », *Journal Techniques de l'ingénieur Opérations unitaires du génie industriel alimentaire*, 2006.
- SCHLAUG Gottfried, JÄNCKE Lutz & HUANG Yanxiong, « In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians », *Science*, Vol. 3, n°267, 1995b, p. 699-701.
- SCHMID Stefan, « Textures of geological materials: computer model predictions versus empirical interpretations based on rock deformation experiments and field studies », in *Textures of Geological Materials* (Hans Joachim BUNGE et al.eds), DGM Verlag, p. 279-301.
- SCHNEIDER Peter, SCHERG Michael, DOSCH H. Günter, SPECHT Hans J., GUTSCHALK Alexander, & RUPP André, « Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians », *Nature Neurosciences*, Vol. 5, n°7, 2002, p. 688-694.
- SCHOPENHAUER Arthur, *Le monde comme volonté et comme représentation*, trad. A. Burdeau, Paris, PUF, 1966.
- SCHROEDTER Stephanie, « Staging Listening: Corporeal Dimensions of New Music in Choreographies by Xavier Le Roy », *Critical Stages, The IATC journal*, December 2017, n°16.
- SCHWARTZ Naomi Oshinsky, « Adaptation of the sensory texture profile method to skin care products », *Journal of Texture Studies* 6, 1975, p. 33-42.
- SEASHORE Carl E., *The Psychology of musical talent*, New York, Silver Burdett, 1919.
- SÉGUIN Édouard, *Traitement moral, hygiène et éducation des idiots*, Paris, J. B. Balliere, 1846.
- SÉRO-GUILLAUME Philippe, *Langues des Signes, Surdité et accès au langage*, Neuilly-Plaisance,  d. Du Papyrus, 2008.
- SHAFER Raymond Murray, *Le paysage sonore, le monde comme musique (The Tuning of the World, 1977)*, Marseille,  ditions Wild Project, 2010.
- SHARMA Anu, DORMAN Michael F. & SPAHR Anthony J., « A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants; implications for age of implantation », *Ear Hearing*, Vol.23, n°6, 2002a, p. 532-539.
- SHENFIELD Tali, TREHUB Sandra & NAKATA Takayuki, « Maternal singing modulates infant arousal », *Psychology of Music*, Vol. 31, n°4, 2003, p. 365-375.
- SHEPARD Roger N., « Circularity in judgments of relative pitch », *J. Acoust. Soc. Am.* Vol. 36, 1964, p. 2345-2353.
- SILK Joseph, *Une brève histoire de l'univers*, Paris. Odile Jacob, 2003.
- SIMARD France, CHEVALIER Nicole et DESPINS Jean-Paul, « Performance musicale : le chant

préalable à l'apprentissage instrumental », http://www.jfrem.uottawa.ca/texte_jfrem2009_simard_france.pdf.

- SLOBODA John A., *L'esprit musicien : la psychologie cognitive de la musique*, Paris, Mardaga, 1985.
- SLOBODA John Anthony, « Cognition and real music: the psychology of music comes of age », *Psychologica Belgica*, Vol. 26, 1986, p. 199-219.
- SMITH-BRINDLE Reginald, *Serial Composition*, Oxford University Press, 1966.
- SODERBERG Stephen, *An interview with Roger Reynolds, Beginnings*, Library of congress, The Roger Reynolds Collection, 2000.
- SOLOMOS Makis, « Pour une filiation Xenakis-Grisey? », in Makis Solomos (éd.), *Iannis Xenakis, Gérard Grisey, La métaphore lumineuse*, L'Harmattan, 2003, p. 149-167.
- SOLOMOS Makis, *De la musique au son. L'émergence du son dans la musique des XXe et XXIe siècles*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2013.
- SOULÉ Michel et CYRULNIK Boris, *L'intelligence avant la parole : nouvelles approches originales du bébé*, Paris, ESF, 1998.
- SPAULDING Sandy J., BARBER Brittany, COLBY Morgan, CORMACK Bronwyn, MICK Tanya & JENKINS Mary E., « Cueing and Gait Improvement Among People With Parkinson's Disease: A Meta-Analysis », *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 94, 2012, p. 562-570.
- STANDLEY Jayne M., CASSIDY Jane, GRANT Roy, CEVASCO Andrea, SZUCH Catherine, NGUYEN Judy, WALWORTH Darcy, PROCELLI Danielle, JARRED Jennifer, ADAMS Kristen, « The effect of music reinforcement for non-nutritive sucking on nipple feeding of premature infants », *Pediatric nursing*, May-June 2010, Vol. 36, p. 136-145.
- STARR Lawrence, « Melody-Accompaniment Textures in the Music of Bartók, as Seen in His Mikrokosmos », University of California Press, *The Journal of Musicology*, Vol. 4, n° 1, 1985-1986, p. 91-104.
- STERN Daniel N., *Le monde interpersonnel du nourisson*, PUF le fil rouge, 2003.
- STRIZICH Robert, « Texture in post-World War II music », *Ex Tempore: A journal of compositional and theoretical research in music*, vol. 5, n°2, 1991, p. 1-28.
- SWANWICK Keith et TILLMANN June, « The sequence of musical development: A study of children's composition. », *British journal of music education*, Vol.3, 1986, p. 305-339.
- SYLVESTRE DE SACY Clotilde, COMTE Chantal et CAVALIER Luna, *Bien lire et aimer lire : méthode phonétique et gestuelle créée par Suzanne Borel-Maisonny*, Bien Lire, 2018.
- SZCZESNIAK Alina Surmacka, « Classification of textural characteristics », *Journal of Food Science*, Vol. 28, n°4, 1963, p. 385- 389.
- SZCZESNIAK Alina Surmacka, « Sensory texture profiling - historical and scientific perspectives », *Food Technology*, Vol. 52, n°8, 1998, p. 54-57.
- SZŐNYI Erzsébet, *Quelques aspects de la méthode de Zoltan Kodály : application de ses principes à l'éducation musicale*, Ed. Corvina, 1976.

- TAGG Philip, « Kojak: 50 Seconds of Television Music – Towards the Analysis of Affect », in *Popular Music*, Göteborg: Skrifter från Musikvetenskapliga institutionen, 1979.
- TAN Siu-Lan, PFORDRESHER Peter, HARRE Rom, « The Question of Meaning in Music », in *Psychology of Music: From Sound to Significance*. New York, Psychology Press, 2010, p. 245–259.
- TEMPERLEY David, *The Cognition of Basic Musical Structures*, Cambridge MA: MIT Press, 2001.
- TENNEY James et POLANSKY Larry, «Temporal gestalt perception in music», *Journal of Music Theory*, XXIV, n° 2, 1980, p. 205-241.
- TILLMANN Barbara & POULIN-CHARRONNAT Bénédicte, « Etudier les attentes musicales de l'auditeur non- musicien : le paradigme d'amorçage musical », *Intellectica*, n°48-49, 2008, p. 27-35.
- TILLMANN Barbara, « La musique au secours du langage. De l'étude des corrélats neuronaux vers des perspectives de réhabilitation », in PLATEL Hervé et THOMAS-ANTÉRION Catherine, *Neuropsychologie et art*, Paris, De Boeck-Solal, coll. « Neuropsychologie », 2014, p. 177-198.
- TOMITA Fumiaki, SHIRAI Yoshiaki, TSUJI Saburo, « Description of textures by structural analysis », *IEEE PAMI*, Vol. 4, n° 2, 1982.
- TRAINOR Laurel J. & HANNON Erin E., « Musical development », in D. Deutsch (dir.), *The Psychology of Music*, Academic Press, 3e éd., p. 423-497.
- TRAINOR Laurel J. & HEINMILLER Becky M., « The development of evaluative responses to music: Infants prefer to listen to consonant over dissonance », *Infant Behavior & Development*, Vol. 21, 1998, p. 77-88.
- TRAINOR Laurel J., « The origins of music in auditory scene analysis and the roles of evolution and culture in musical creation », *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2016, n° 370.
- TRAINOR Laurel J., « La musique chez les tout-petits » in *Revue Internationale d'Éducation « Dossier Musique et Éducation »*, Sèvres n°75, septembre 2017, p. 65-74.
- TRAINOR Laurel J., GAO Xiaoqing, LEI Jing-Jiang, LEHTOVAARA Karen, HARRIS Laurence R., « The primal role of the vestibular system in determining musical rhythm », *Cortex*, Vol. 45, n°1, 2009, p. 35-43.
- TRAINOR Lauren J. & CIRELLI Laura, « Rhythm and interpersonal synchrony in early social development », *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1337, 2015, p. 45-52.
- TREHUB Sandra & TRAINOR Laurel, « Singing to infants: Lullabies and play songs. » *Advances in Infancy Research*. Vol. 12, 1998, p. 43-77.
- TREHUB Sandra E., BULL Dale & THORPE Leigh A., « Infants' perception of melodies: the role of melodic contour », *Child Development*, Vol. 55, n°3, 1984, p. 821-830.
- TREHUB Sandra, « The developmental origins of musicality », *Nature Neurosciences*, Vol. 6, n°7, 2003, p. 669-673.
- TREVARTHEN Colwyn et MALLOCK Stephen, « Musicality: Communicating the vitality and interests of life », *Communicative musicality: Exploring the basis of human companionship*,

New York, Oxford University Press, 2009, p. 1-11.

TRONICK Edward, « Multilevel meaning making and dyadic expansion of consciousness theory: The emotional and the polymorphic polysemic flow of meaning », in D.Fosha, D.J. Siegel, M. Solomon (éd.) *The healing power of emotion: Affective neuroscience, development, and clinical practice*, New York, Norton; 2008, p. 86–110.

TROUSSEAU Armand, « Extrait de son discours de rentrée de la Faculté de Médecine de Paris », prononcé le 2 novembre 1842.

TRUY Éric & LINA-GRANADE Geneviève, « Implantation cochléaire de l'enfant : Technologie, bilan médical et sélection des candidats, réhabilitation », *Archives de Pédiatrie*, Vol. 10, n°6, 2003, p. 554-564.

TRUY Éric, « Méthodes instrumentales de réhabilitation de l'audition : intérêts et limites. » In M. Mondain, V. Brun, *Les surdités de l'enfant. Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle*, Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 2009, p. 11-19.

V

VALLIER Dora, « La rencontre Schoenberg-Kandinsky : Musique ⇔ Peinture », in *Schoenberg-Kandinsky. Correspondance, écrits : Revue Contrechamps* n° 2, Genève, Éditions Contrechamps, 1984, p. 143-153.

VICKERS Zata & BOURNE Malcom C., « A psychoacoustical theory of crispness », *Journal of Food Science*, 1976, n°41, p. 1158-1164.

VIEILLARD Sandrine, PERETZ Isabelle, GOSSELIN Nathalie, KHALFA Stéphanie, GAGNON Lise & BOUCHARD Bernard, « Happy, sad, scary and peaceful musical excerpts for research on emotions », *Cognition and Emotion*, Vol. 22, n°4, 2008, p. 720-752.

VINTER Shirley, « L'acquisition du langage oral par l'enfant sourd », In Solal (Ed.), *Précis d'audiologie et de déglutition*, Marseille, 2005, p. 271-292.

W

WALCZYK Eugenia Bulawa, « Music instruction and the hearing impaired », *Music Educators Journal*, Vol. 80, n°1, 1993, p. 42-44.

WALLON Henri, *Importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant, Enfance*, réédit. in *Enfance*, 1959, 3-4, p. 235-239.

WARREN Richard M. et WARREN Roslyn P., « Auditory Illusions and Confusions », *Scientific American*, vol. CCXXIII, n° 6, décembre 1970, p. 30-36.

WERTHEIMER Max, « Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung », *Zeitschrift für Psychologie*, 61, 1912, p. 161-265.

WESSEL David L. et RISSET Jean-Claude, « Les illusions auditives », in Claude Malric (dir.), *Musique et ordinateur* [Encyclopaedia Universalis, Encyclopaedia Universalis, 1979, p. 161-171.], Les Ulis, Centre expérimental du spectacle, 1983, p. 93-105.

WILLEMS Edgar, *L'éducation musicale nouvelle* (2e éd.), Fribourg, Pro Musica, 1968.

WILLEMS Edgar, *L'oreille musicale 2, la culture auditive, les intervalles et les accords*, Genève, Ed. Pro Musica, 1940.

WILSON Blake S. & DORMAN Mickael F., « Cochlear Implants: Current designs and future possibilities », *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol. 45, n°5, 2008, p. 695-730.

WILSON Blake S., « The Remarkable Cochlear Implant and Possibilities for the Next Large Step Forward », *Acoustical Society of America, Acoustics Today*, Vol. 15, n°1, 2019, p. 53-61.

WILSON Blake S., FINLEY Charles C., LAWSON Dewey T., WOLFORD Robert D., ZERBI Mariangeli. « Design and evaluation of a continuous interleaved sampling (CIS) processing strategy for multichannel cochlear implants. » *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol. 30, n°1, 1993, p. 110-116.

WILSON Peter Niklas, « Interkulturelle Fantasien: György Ligetis Klavieretüden Nr. 7 und 8 », *Melos 51*, 1992, p. 63–84.

WINKLER István, HÁDEN Gábor P., LADINIG Olivia, SZILLER István, and HONING Henkjan, « Newborn infants detect the beat in music », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Feb. 2009, Vol. 106, n°7, p. 2468-2471.

WINNICOTT Donald Woods, « La théorie de la relation parents-nourisson », in *De la pédiatrie à la psychanalyse*, Paris, Payot, 1969, p. 61.

WINNICOTT Donald Woods, *Jeu et réalité*, Paris, NRF Gallimard, 1975.

WONG Patrick C. M., SKOE Erika, RUSSO Nicole M., DEES Tasha & KRAUS Nina, « Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns », *Nature Neurosciences*, Vol.10, 2007, p. 420-422.

WOSZCZYK Wieslaw, BREGMAN Albert S., « Creating mixtures: The application of auditory scene analysis (ASA) to audio recording », *Audio anecdotes 2*, AK Peters, 2005.

WRIGHT James K. et BREGMAN Alfred S., « Auditory stream segregation and the control of dissonance in polyphonic music », *Contemporary Music Review*, Vol. 2, n°1, 1987, p 63-92.

WUYTACK Jos, *Musica Viva. Pour une éducation musicale active. Volume 1 : Sonnez...battez*, Paris, Alphonse Leduc, 1970.

WUYTACK Jos, *Musica Viva. Pour une éducation musicale active. Volume 2 : Expression rythmique*, Paris, Alphonse Leduc 1970.

X

XENAKIS Iannis, « Provlímata ellinikis mousikis synthesis (Problèmes de composition musicale grecque) », *Epitheorisi technis n°9*, Athènes, 1955, p. 185-189. Traduction française dans *Présences de / Presences of Iannis Xenakis*, éd. par Makis SOLOMOS, Paris, Cdmc, 2001, p. 12.

Y

YOST William A., *Fundamentals of Hearing: An Introduction*, 5e éd., San Diego, Brill Academic Press, 2006.

Z

ZAGORSKI-THOMAS Simon, « The Musicology of Record Production », *Twentieth-Century Music*, Vol. 4, n°2, Boston: Cambridge, 2007, p. 189-207.

- ZAK III Albin, *I Don't Sound Like Nobody, Remaking Music in 1950s America*, University of Michigan Press, 2010.
- ZAK III Albin, *The poetics of rock*, California UP, 2001.
- ZATORRE Robert J. & SALIMPOOR Valorie N., « From perception to pleasure: Music and its neural substrates », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 110 (suppl. 2), 2013, p. 10430-10437.
- ZENATTI Arlette, « Aspects du développement musical de l'enfant dans l'histoire de la psychologie au XXe siècle », *Les Sciences de l'éducation*, Vol.3, n°4, p. 21-38.
- ZENATTI Arlette, *Perception et intelligence musicales chez l'enfant*, Université Paris X-Nanterre, Paris, 1967.
- ZENATTI Arlette, *Psychologie de la musique*, Paris, Presses universitaires de France, 1994.
- ZENATTI Arlette. « Aspects du développement musical de l'enfant dans l'Histoire de la psychologie au XXe siècle », in *Education musicale et psychologie de la musique, Revue internationale Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle* n°6, CERSE, Université de Caen, 1990, p. 35-36.
- ZURCHER Pierre, *Le développement musical de l'enfant : les quatre temps de la musique*, Paris, L'Harmattan, 2010.

Sites internet Consultés

- <http://affairesjuridiques.php.fr/textes/arrete-du-23-avril-2012-relatif-a-lorganisation-du-depistage-de-la-surdite-permanente-neonatale/>, consulté le 15 juillet 2019.
- <http://clam-project.org>, consulté le 16 juillet 2019.
- <http://logiciels.pierrecouprie.fr>, consulté le 2 juin 2019.
- <http://marsyas.info>, consulté le 12 juillet 2019.
- <http://psysound.wikidot.com>, consulté le 12 juillet 2019.
- <http://www.biap.org/biapfrancais.html>, consulté le 11 mai 2014.
- <http://www.biap.org/en/component/content/article/66-recommendations/ct-6--hearing-aid/12-biap-recommendation-nd-068--prosthetic-fitting-procedure-for-hearing-impaired-child>, consulté le 11 mai 2014.
- <http://www.sonicvisualiser.org>, consulté le 12 avril 2019.
- https://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/synthese_questionnaire_cisic2012.pdf, consulté le 2 février 2014.
- https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/la_surdite_de_l_enfant_-_guide_pratique_inpes_cle01de4c.pdf, consulté le 16 juillet 2019.
- <https://www.franceculture.fr/emissions/une-vie-une-oeuvre/mark-rothko-1903-1970>, consulté le 24/04/18.
- <https://www.irdp.ch/institut/coefficient-bravais-pearson-2041.html>, consulté le 15 juin 2019.
- <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006524761&cidTexte=LEGITEXT000006071191&dateTexte=20050212>, consulté le 5 janvier 2018.
- https://www.ted.com/talks/evelyn_glennie_shows_how_to_listen, consulté le 10 mai 2014 et le 25 août 2019.
- <https://cycling74.com/downloads/#.VzxxgPmLSM8>, consulté le 15 mai 2017.
- <http://www.musiquecontemporaine.fr/doc/index.php/spatialisation>, consulté le 10 août 2019.
- <http://www.db-gersite.com/HISTOLOGIE/HISTGENE/index.html>, consulté le 10 juillet 2019.
- https://medias.ircam.fr/embed/media/xfdefef_kammerkonzert-gyorgy-ligeti, consulté le 2 février 2018.
- <http://demeter.revue.univ-lille3.fr/lodel9/index.php?id=430>, consulté le 12 décembre 2017.
- <http://www.universalis.fr/encyclopedie/atmospheres/>, consulté le 18 février 2018

La texture en musique : sa contribution pour la composition, l'apprentissage de la musique et ses effets sur la perception musicale et la cognition des enfants sourds implantés.

Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, l'émergence de la notion de texture a ouvert de nouvelles perspectives en matière de composition et d'appréhension de la musique. Il apparaît aujourd'hui évident que cette notion est devenu un outil précieux et incontournable pour analyser la musique en dépassant les éléments classiques tels que la note, l'intervalle, le rythme, la mélodie, etc... La première partie sera consacrée à définir précisément cette notion, à analyser son usage dans le répertoire contemporain et à initier une réflexion sur son statut en musicologie. La deuxième partie abordera la question de la perception auditive chez les enfants sourds en s'appuyant sur des études comportementales. L'évaluation des habiletés perceptives des enfants sourds dans le domaine de la musique souffrant actuellement d'un manque d'outil, nous étudierons comment l'utilisation de la texture peut contribuer à enrichir nos pratiques pédagogiques actuelles chez les enfants, plus particulièrement chez les enfants sourds implantés.

The texture in music : its contribution for composition, learning of music and its effects on music perception and cognition of deaf children with cochlear implants.

In the second half of the 20th century, the emergence of the notion of texture created new perspectives in the field of composition and music understanding. Today, it is clear that this notion became a valuable and major tool to analyse music by exceeding classic elements such as note, interval, rhythm, melody, and so on. The first part will be dedicated to define exactly this notion, and to analyze its use in the contemporary repertory and to introduce some thoughts on its status in musicology. The second part will approach the question of deaf children hearing perception based on behavioral studies. The evaluation of the perceptual skills of deaf children in the field of music suffering at present from a lack of tool, we shall study how the use of the texture can contribute to improve our current educational practices for children, more particularly among deaf children with cochlear implant.

Mots clés : **texture-perception musicale-surdité-composition-apprentissage-cognition.**